

FONDO PIZZOFALCONE



BIBLIOTECA PROVINCIALE

Armadio

XXXV



Palchetto

Num.º d'ordine

11

24054

~~16-02-74~~

NAZIONALE

B. Prov.

11

ATT. EM. III

1198

NAPOLI

B. G. W.

II

1198



EXPOSÉ

DES

VARIATIONS MAGNÉTIQUES

ET ATMOSPHÉRIQUES

DU GLOBE TERRESTRE.

MÉMOIRE PRÉLIMINAIRE,

SUIVI D'UN PROSPECTUS.



78w
610h15

EXPOSÉ

DES

VARIATIONS MAGNÉTIQUES

ET ATMOSPHÉRIQUES

DU GLOBE TERRESTRE,

AVEC DES TABLES ET DES CARTES DE LA DÉCLINAISON ET DE
L'INCLINAISON DE L'AIGUILLE AIMANTÉE ;

On y détermine le mode et la période des variations magnétiques successives, et l'on découvre une variation analogue, suivant la même période, dans la température des mêmes lieux, dans la situation des courans maritimes, dans la hauteur de grandes marées, dans la hauteur du baromètre et dans les grands phénomènes atmosphériques.

MÉMOIRE PRÉLIMINAIRE

SUIVI D'UN PROSPECTUS,

Par JÉRÔME QUINET, ancien Commissaire des guerres.



Sans doute on ne négligera pas ce nouveau moyen d'éviter d'horribles catastrophes comme celle de la Méduse.

Et sous le rapport météorologique, on voudra examiner si l'on peut reconnaître l'existence d'une période qui, en modifiant lentement les climats et la pesanteur de l'atmosphère, peut ramener, à de longs intervalles, des inondations ou des sécheresses destructives dans quelques contrées.

PARIS,

De l'Imprimerie d'A. BÉRAUD, rue du Foin-St.-Jacques, n°. 9.

1826.



AU LECTEUR.

Si un jeune lecteur prend cet écrit, peut-être il le détournera de lui avec un superbe dédain, lorsqu'il ne trouvera pas ses théorèmes conformes à ce qu'il a entendu enseigner en interprétation des phénomènes magnétiques : par exemple, il ne verra point figurer au chapitre de l'aimant deux fluides magnétiques, l'un austral, l'autre boréal, partout opposés entr'eux comme Ahrimane et Oromaze ; mais qu'il poursuive, il y pourra trouver d'autres choses plus démontrées que l'existence de ces deux rivaux magnétiques ; qu'il lise, et qu'il juge. C'est à obtenir cette faveur que se borne toute l'espérance d'un auteur.

Les phénomènes magnétiques tiennent un rang tout particulier parmi ceux que nous présente la nature : on les trouve partout, puisque partout l'aiguille aiman-

tée obéit à leur pouvoir ; mais partout ils ont une tendance différente, ce qui fait que nulle part on ne pouvait apercevoir ni leur cause, ni seulement où était le siège de cette cause. Que l'on juge par-là combien ils étaient demeurés mystérieux.

Cependant si l'homme a été environné de phénomènes qui le surprennent plus ou moins, il a été doué aussi de l'intelligence pour en découvrir l'ordre et l'harmonie, qui les lui font admirer ou utiliser. Qui pourrait assigner les limites de cette faculté alimentée par l'étude et par la pensée, lorsque l'on considère combien de vérités physiques et morales se sont manifestées au petit nombre d'hommes qui ont été sincèrement animés de l'amour de la vérité ?

Puissions-nous donner ici un exemple de courage à celui qui veut sonder quelque profondeur de la nature, ou définir quelqu'un de ses phénomènes, pour qu'il ne dise pas dans un moment de découragement : Les travaux de ceux qui m'ont

devancé, n'ont pas encore rassemblé assez de faits sur cette question; qu'il dise plutôt : On n'a pas examiné avec assez d'attention le rapport de toutes les observations entr'elles : voyons-les de plus près. Au reste, si votre mission ou votre talent sont de faire encore des observations et des expériences, laissant à un autre le soin d'en composer un tout, votre tâche n'en sera que plus facile; elle ne sera pas sans gloire ou sans utilité : car vous êtes plus sûr d'être écouté en présentant des faits isolés, s'ils sont nouveaux, qu'en voulant montrer la liaison que vous apercevez entre des faits déjà cités. On les néglige lorsqu'ils ont été souvent répétés, quoique l'on sache seulement qu'on ne les comprend pas.

Cependant la science que l'on comprend ou que l'on étudie, fait le charme de la vie individuelle; elle est aussi un des plus forts liens de la société : elle rapproche les hommes et les conditions par des échanges de secours mutuels, tandis que les autres passions les divisent ; elle contribue à la pros-

périté des peuples et à la force des empires. Croyez-vous que le peuple-roi fût devenu la proie d'insensés furieux tels que Caligula, s'il n'eût pas été si ignorant et si inculte, ou si la science eût été plus en honneur à Rome ?

Après la connaissance de soi-même et de ses rapports avec les hommes, avec le temps et avec Dieu, rien n'est plus digne d'envie, et n'offre une source de bonheur plus pur et plus stable, que la connaissance ou l'étude de la nature qui nous environne. Si l'essence des causes premières nous reste inconnue sur cette terre, qu'il nous suffise de les attribuer à leur auteur : mais considérez l'existence de ces causes dans leurs effets, dont le spectacle est toujours sous vos yeux ; et quoique la nature soit si vaste qu'il n'est possible à aucun homme d'en apercevoir que quelque côté, un de ses aspects est assez grand pour le temps que vous avez à lui consacrer.

Quelques indifférens prétendent vaguement que rien n'est nouveau sous le soleil ;

que tout a été dit; cependant tout est inconnu pour celui qui ignore. On ne voit rien dans un livre que ce que l'on est capable d'y voir, et il serait triste de n'être capable de presque rien lire dans le grand livre de la nature.

Les connaissances humaines ont été plusieurs fois détruites avec les peuples qui les possédaient : Thèbes, Babylone, Memphis, sont tombées; et avec elles, presque toutes les traces de leur science. Quelques restes épars de leurs ruines immenses, sont les seuls témoignages des arts qui ont fait leur splendeur et leur gloire. Faut-il s'étonner qu'après d'anciens peuples célèbres dans la sagesse et dans les sciences, il nous soit resté tant de questions à faire à la nature sur ses secrets ?

Des causes physiques ont-elles eu quelque part à la destruction des peuples puissans de l'antiquité? les grands fléaux de la nature, qui ont affligé plusieurs fois les habitans de ce globe, avaient-ils une cause périodique? cette cause a-t-elle cessé, ou,

si elle s'est seulement affaiblie, quels sont les symptômes qui en demeurent encore? Ces questions intéressent toutes les branches des connaissances humaines; elles ne pourront mieux trouver leur place qu'à la suite d'un écrit où l'on se propose de démontrer que le Magnétisme terrestre est un des grands agens de la nature, et de déterminer la période de ses variations.

Depuis quelques années, des savans de différentes contrées du Nord et du Midi, se sont livrés avec une nouvelle émulation à des expériences et à des recherches nouvelles sur différens phénomènes magnétiques : l'occasion peut donc nous entraîner à publier sur l'ensemble de ces phénomènes, des considérations fort différentes de celles que l'on connaît, et cependant appuyées sur les faits connus, qui sont désormais en très-grand nombre; car, que n'a-t-on pas fait pour étudier le magnétisme terrestre? On s'est élevé dans l'espace à travers les nuages, dans de frêles nacelles plus légères que les vents, pour obser-

ver si la force magnétique diminue par la distance au centre du globe, et par les hauteurs, comme fait la gravitation ; on a voyagé par toutes les terres et les mers, du Midi au Nord, de l'Orient à l'Occident, pour scruter la cause magnétique dans toutes les circonstances et dans tous les lieux possibles : les plus doctes et les plus scrupuleux observateurs s'y sont adonnés depuis plus d'un siècle. Ce n'est donc pas le nombre des observations magnétiques qui vous manquera : vous pourrez connaître par ces observations la direction magnétique en déclinaison et en inclinaison de tous les points abordés de la surface terrestre ; mais quelle est la tendance de ces directions magnétiques, dont le nombre est infini, puisque chaque point de la surface terrestre a la sienne ? C'est là une question d'autant plus compliquée, que l'on ne trouve pas un point commun à ces différentes directions, pas même à quelques-unes, et que chacune d'elles varie continuellement.

Eh bien ! me direz-vous, il s'agit de

choisir une des époques où les observations magnétiques ont été le plus nombreuses et le plus exactes ; de recueillir ces observations et de les comparer. A cet effet, nous en formerons des tableaux et des cartes géographiques pour l'inclinaison, pour la déclinaison et pour l'intensité. Ce travail a été commencé à différentes époques par Halley, par Lemonnier, par Buffon et par plusieurs autres : nous tâcherons de le finir avec les connaissances acquises depuis lors ; et si nous pouvons trouver un rapport entre les différens degrés de l'*inclinaison magnétique* et ceux des latitudes et des longitudes à une époque donnée (1), nous considérerons ce rapport à une autre époque, par les mêmes moyens ; nous examinerons dans quel sens et dans quelles proportions les variations se seront faites : nous pourrons donc connaître la tendance magnétique sous le rapport de son *inclinaison*, et de ses variations successives.

(1) Ce rapport sera indiqué dans le Mémoire préliminaire.

Supposons que vous y parveniez , que vous y soyez même déjà parvenu , il vous reste à imaginer comment cette tendance de l'inclinaison magnétique peut se concilier avec les autres phénomènes que présente l'aimant , et surtout avec la *déclinaison* ; or, c'est devant cette difficulté que l'on s'est arrêté tout court, sans pouvoir faire un pas en avant : il vous faudra donc étudier, beaucoup plus qu'on ne l'a fait , ce que c'est que le magnétisme, et quelles sont les œuvres de l'aimant.

Consentez-vous à remettre en question presque toutes vos idées à cet égard ? n'avez-vous point quelque doute sur des abstractions qui n'ont pu conduire à aucune solution sur l'*inclinaison* et la *déclinaison* magnétiques ? ou enfin , êtes-vous curieux de voir ce que nous avons à opposer à des doctrines incertaines ? daignez parcourir cet EXPOSÉ : il vous prendra peu de temps ; car il sera fait avec toute la brièveté possible ; et nous croyons qu'il sera simple , clair et concluant , conditions inhérentes à la manifestation de la vérité.

DU MAGNÉTISME ANIMAL.

LE Magnétisme terrestre, dont il s'agira ici, n'a sans doute rien de commun avec celui que l'on nomme *Magnétisme animal*, au moins en ce qui concerne des phénomènes comme ceux du somnambulisme, qui sont presque entièrement de l'ordre intellectuel.

Mais puisque nous sommes autorisé à faire mention de ces phénomènes, attendu qu'ils empruntent la dénomination de *magnétiques*, nous dirons succinctement quelles sont les choses qui étonnent le plus dans cette découverte nouvelle (1).

(1) Un phénomène nouveau dans le magnétisme, est le *somnambulisme*, qui paraît avoir été observé pour la première fois par M. de Puységur, à sa terre de Busancy. On cite ensuite l'ouvrage de M. Deleuze; le cours que M. Bertrand a fait à Paris en 1819, 1820, 1821, et son *Traité du Somnambulisme*, en 1822. M. Georget avait analysé, en 1821, cet étonnant phénomène, dans sa *Physiologie du Système nerveux*,

Ce sont 1.^o la puissance de la volonté de la personne qui magnétise, à l'aide de quelques gestes extérieurs; 2.^o l'espèce particulière de sommeil produit et terminé à volonté, par ce moyen, sur le magnétisé, et pendant lequel son corps est en état de repos, ou plutôt son mouvement est absorbé, pendant que toutes ses facultés intellectuelles sont dirigées vers la méditation sur les questions que le magnétiseur lui propose, et auxquelles le magnétisé s'efforce de répondre : ces questions ont ordinairement pour objet l'état maladif d'une autre personne présente qui consulte; 3.^o ceux qui professent cette doctrine, affirment que certaines personnes sont plus particulièrement douées de la faculté d'être magnétisées, au moyen de laquelle leur intelligence entre en com-

(Rapport fait à l'Académie de Médecine, à Paris, le mardi 13 décembre 1825, sur cette question : *Convient-il que l'Académie s'occupe du Magnétisme animal ?* La conclusion a été affirmative.

munication plus intime avec la nature, et découvre ainsi des choses qui échappent à nos sens, soit dans l'état d'un malade présent, soit dans la perception des remèdes qui peuvent lui convenir. Ces questions sont du domaine de l'idéologie; elles conduisent à celles-ci : Par quelles causes le sommeil du magnétisé diffère-t-il du sommeil naturel? d'où vient au magnétisé la connaissance des choses qu'il ne sait pas hors de cet état? Il faut donc que la pénétration de l'esprit puisse être augmentée par le sommeil. Et en effet, il est peu de personnes qui n'aient eu en dormant quelque prévision, quelque avertissement de choses qui leur arrivèrent ensuite (1). Les rêves ne sont peut-être fan-

(1) En voici un exemple cité dans le mémoire de M. Ouvrard, de 1826 :

« De la Force, le 7 thermidor.

» M.^{me} Fontenay à M. Tatlén :

» L'administrateur de la police sort d'ici : il est
» venu m'annoncer que demain je monterai au tri-

tastiques, que lorsque l'état du corps est souffrant ou l'esprit préoccupé : d'ailleurs, comment viennent les idées à ceux qui en ont ? n'est-ce pas une espèce d'inspiration ? les pressentimens ne sont-ils pas aussi des effets de l'instinct naturel ? la puissance de l'attention, lorsqu'elle est dirigée sur un objet déterminé, n'obtient-elle pas des idées et des notions jusque-là inobservées ? or, si toutes ces facultés de l'esprit sont mises à-la-fois en œuvre, à un degré extraordinaire dans un magnétisé, ne peut-il pas en résulter des aperçus qui échappent aux sens extérieurs ?

On peut donc concevoir que l'instinct d'un magnétisé puisse venir au secours de la science d'un médecin prudent, et que cette doctrine attire l'attention de quelques-uns.

» bunal, c'est-à-dire sur l'échaffaud. Cela ressemble
 » bien peu au rêve que j'ai fait cette nuit : Robes-
 » pierre n'existait plus, et les prisons étaient ou-
 » vertes..... »

On sait que le surlendemain, 9 thermidor, ce rêve fut réalisé, et toute la France respira.

Nous ne parlerons pas non plus des moyens curatifs que Lenoble et Mesmer ont cru avoir trouvés dans l'application extérieure de l'aimant (1). Il en était déjà question il y a plus de dix-huit cents ans : le naturaliste Pline dit qu'on l'employait pour les maladies d'yeux, et encore pour guérir les brûlures et les contusions (2). On a cherché aussi de notre temps la puissance de l'électricité et celle du galvanisme sur les fonctions vitales. Ces différentes questions sont toutes étrangères à notre sujet : revenons au magnétisme terrestre.

(1) Voyez BUFFON, *Traité de l'Aimant*.

(2) *Magnetes maximè epiphoràs sistunt, sanant et adusta cremati, tritique* (PLINII, Nat. Hist., lib. 36, cap. 16.).

MÉMOIRE

PRÉLIMINAIRE



SUR LES VARIATIONS MAGNÉTIQUES ET ATMOSPHÉRIQUES DU GLOBE TERRESTRE.

UNE aiguille aimantée, suspendue librement, prend d'elle-même une direction plus ou moins rapprochée d'une ligne menée du nord au sud, suivant les différens lieux où l'on se trouve, c'est-à-dire qu'elle forme sur le plan du méridien terrestre un angle que l'on appelle la *déclinaison*.

Sa direction est plus ou moins oblique à l'horizon : on nomme l'angle de cette obliquité l'*inclinaison magnétique*. (*)

Non seulement la *déclinaison* et l'*inclinaison magnétique* sont différentes dans les différens lieux de la terre, mais encore l'une et l'autre varient

(*) Pour observer l'inclinaison, on adapte à l'aiguille un axe qui la supporte, par son centre de gravité, sur deux points d'appui.

continuellement sur tous les points connus de ce globe.

Ce phénomène a été , à différentes époques , un sujet d'études parmi les savans , et pourtant l'on n'a point encore défini ces variations qui ont échappé à tous les calculs auxquels on a voulu les soumettre.

Cependant l'aiguille aimantée est indispensable au navigateur en pleine mer , (elle est montée , pour ses observations , sur un pivot dans une petite boîte nommée *Boussole*) ; elle seule peut lui indiquer , lorsque le ciel est couvert , la direction assez approximative dans laquelle il marche , pendant qu'avec le loch il mesure la longueur de l'espace qu'il parcourt dans un temps donné par le clepsydre.

S'il se présentait enfin quelqu'un qui eût embrassé , dans son ensemble , le mode de la variation magnétique , et qui vînt en définir les obscurités , de manière à délivrer le navigateur de l'incertitude qui lui reste toujours , et sur la vraie direction de la boussole , et sur le point de l'espace où il est , dans les intervalles quelquefois trop longs des observations astronomiques par lesquelles il corrige son estime de route : quel moyen pensez-vous que dût prendre cet homme s'il n'est pas porteur d'un diplôme pour inspirer , je ne dis pas encore quelque confiance , mais la curiosité de ceux qui auraient le plus d'intérêt à connaître les choses qu'il annonce ?

Supposé qu'il leur adresse des considérations préliminaires à peu-près comme il suit , en s'appuyant toujours sur les faits bien reconnus.

La direction magnétique est sujette à un mouvement diurne de va et vient , qui se diversifie suivant les quatre quarts de la journée , et qui , vers les sept à huit heures du matin , est comme stationnaire et à son *minimum*. Depuis ce moment , la déclinaison augmente pendant six heures , c'est-à-dire jusques vers une ou deux heures de l'après-midi , moment de son *maximum*. Sa plus grande diminution se fait pendant les six heures qui suivent jusqu'à sept à huit heures du soir ; dans le troisième et le quatrième quart de la journée , la variation est fort petite ; et , en résultat , vers sept heures du matin , la position qu'elle avait , à pareille heure de la veille , sur un point quelconque du globe , est passée à un point un peu plus *occidental* , et a été remplacée par celle d'un point un peu plus *oriental*.

Cette marche de chaque jour , vers l'ouest , devient très-sensible avec les années ; tellement qu'à Paris , par exemple , la déclinaison qui était *orientale* , avant l'année 1666 , est actuellement (l'an 1826) *occidentale* de $23^{\circ} 21'$; et l'inclinaison , qui a été d'à peu près 74° , est actuellement de 68° *nord*.

Ainsi , la variation successive de la direction magnétique consiste en un mouvement de tout le système magnétique d'orient en occident ; dans ce mouvement , l'ordre des différens degrés de l'*inclinaison* ne paraît pas dérangé ; celui des degrés de *déclinaison* est modifié par le changement successif

d'obliquité du système magnétique relativement aux méridiens terrestres.

On n'a peut-être pas considéré ainsi cette variation jusqu'à présent, mais aucun fait universel ne serait plus constant suivant cette théorie. *

Or, que se passe-t-il dans l'état de la terre chaque jour? Ce globe fait une révolution, sur son axe, d'occident en orient, et il parcourt, à peu près, la 365^{me} partie d'une orbite presque circulaire autour du soleil, et ces deux mouvemens sont perpétuels.

On pourrait donc trouver, dans le mouvement de rotation diurne du globe, une cause du mouvement diurne d'oscillation de la direction magnétique.

Si l'on considère de plus que les quatre différentes parties de l'année produisent aussi une variation dans la marche du système magnétique d'orient

(*) La déclinaison occidentale diminue à Paris, depuis 1819: elle était alors de $22^{\circ} 23'$; elle a été, en 1823 et 1824, de $22^{\circ} 22'$;

En 1825, de $22^{\circ} 21'$; et, suivant la même théorie, elle diminuera à peu-près d'une minute, par année, jusques à l'an 1848, pour diminuer ensuite plus rapidement.

L'inclinaison magnétique à Paris est maintenant au temps de sa plus rapide diminution, qui continuera à raison d'à peu - près $3'$ par an jusque vers l'an 1850, où elle pourra être venue à $66^{\circ} 45'$: elle diminuera encore, long-temps ensuite, d'une quantité moindre jusqu'à son *minimum* qui paraît devoir être à-peu-près de 60° .

en occident, laquelle est positive ou inverse, suivant l'ordre des signes positifs ou négatifs du cercle parcouru par le globe dans l'année, et, qu'en résultat, à la fin de chaque année, la somme des mouvemens de tout le système magnétique à l'*ouest* l'emporte sur la somme des mouvemens à l'*est*, ce qui constitue la progression successive du système d'orient en occident; on fera, à l'égard de cette variation annuelle, la question déjà faite à l'occasion de la variation de chaque jour: que s'est-il passé dans l'état du globe terrestre? et en quoi cet état diffère-t-il, à un moment quelconque, de ce qu'il était à un moment antérieur d'un an?

Le globe n'est-il pas revenu au même point de l'espace? Oui, sans doute, mais il ne s'y est plus retrouvé dans la même attitude: il a fait, à peu-près, un quart de révolution sur son axe en sus de trois cent soixante-cinq révolutions entières; sa situation se trouve donc modifiée d'un quart de conversion

A l'appui du calcul de ce résultat, on peut présenter une observation faite dans l'Orient au dessus du parallèle de Paris, par M. Schubert, astronome dans le Voyage de l'ambassade russe en Chine.

A IRKUTSK, Latitude $52^{\circ} 16' 41''$ Nord. Long. $101^{\circ} 51'$ Est.

Inclinaison 67° divis. centés^e $60^{\circ} 18'$ div. sex.

Déclinaison $0^{\circ} 32'$ Est.

(*Ephémérides de Berlin*, par Bode, an 1810, pag. 160.)

Cette observation paraît donner l'inclinaison un peu trop faible.

à l'orient : donc, il est posé , par rapport à l'espace universel , à peu - près , comme il l'était après un quart de journée de plus que le moment antérieur d'un an.

Donc , si le mouvement diurne de la terre est l'occasion d'une variation dans la direction magnétique, la quantité (de cette variation) résultant d'un quart de journée , peut se trouver définitivement acquise à la fin de l'année qui suit cette journée ; car cette quantité sera en reste de tous les balancemens diurnes successifs.

D'ailleurs , les effets magnétiques se manifestent autant dans l'espace hors de la terre , qu'à la surface de ce globe.

On conçoit donc que leur cause peut exister hors du globe, ou se combiner avec une cause extérieure, et que, par conséquent , cette cause ou ce système de causes tout en exécutant , avec la terre , un mouvement de rotation diurne autour de l'axe du monde , peut le faire avec quelque petite différence dans la vitesse , de laquelle résulterait une anticipation ou précession continuelle de la direction magnétique à l'égard du point terrestre opposé.

On peut donc 1°. pour un lieu donné, concevoir la direction magnétique prolongée jusques à une partie limitée de l'espace universel , et considérer à quel point de cet espace limité elle arriverait ;

2°. En faire de même pour chacun des points de la surface du globe pour une époque donnée ,

ce serait construire le système des directions magnétiques, et sa situation pour cette époque ;

3°. Déterminer la marche annuelle d'un tel système d'orient en occident.

Il est évident que ces deux dernières questions renfermeraient tout le problème, et que, si on les résout, on pourra former des tables de la déclinaison et de l'inclinaison magnétiques de toute la surface du globe pour une époque donnée.

Il se pourrait donc qu'à la suite de semblables considérations, un homme studieux, qui aurait dirigé de très-longues recherches suivant ses conceptions, aurait à en annoncer des résultats qu'il exposerait à peu-près dans le sens de ce qui suit.

DE LA DIRECTION MAGNÉTIQUE, CONSIDÉRÉE DANS L'ESPACE.

Concevez que, sur tous les points du globe, la direction de l'aiguille aimantée soit prolongée en dehors de la surface terrestre jusques à la surface d'une *atmosphère magnétique*.

Le point auquel la direction magnétique d'un lieu donné atteint cette surface, sera *le point magnétique correspondant au point terrestre donné*. (*)

Que cette atmosphère magnétique (déterminée

(*) Chacune des droites magnétiques ainsi considérées est l'axe d'un cône dont la base est à la surface magnétique, et dont le sommet est dans l'intérieur du globe, ou à sa surface; mais il nous suffit de considérer l'axe qui est la résultante du cône.

de position et de diamètre) , sans avoir le même centre que la terre , obéisse cependant avec elle à ses deux mouvemens , l'un de translation autour du soleil , l'autre de rotation diurne ; mais que la vitesse de rotation ne soit pas exactement la même dans les deux sphères : il en résultera que , chaque jour , les points de la surface terrestre , auxquels les directions magnétiques arriveront , ne seront plus exactement les mêmes que ceux où ils arrivaient le jour précédent.

Et si la rotation de la sphère magnétique est un peu plus lente que celle de la sphère terrestre , chaque droite magnétique aura passé à un point un peu plus occidental sur le globe ; et ce mouvement du système magnétique , à l'ouest , continuera toujours dans le rapport des vitesses respectives des deux sphères.

Il s'agirait donc de déterminer , pour une des époques passées , la position respective de la surface terrestre et du système des droits magnétiques ; ce serait déterminer , pour chaque point terrestre , la *déclinaison* et l'*inclinaison magnétique* : et si l'on peut établir cet état de choses pour une époque , on pourra l'établir aussi pour plusieurs des époques passées ; et la comparaison de ces différens états présentera leur mouvement successif à l'ouest.

DES DIRECTIONS MAGNÉTIQUES A CHAQUE MÉRIDIEN TERRESTRE.

Lorsque vous aurez reconnu la *sphère magnétique*

de grandeur et de position, considérez les directions magnétiques sur un méridien terrestre quelconque; en les prolongeant à la surface magnétique (*), vous trouverez que , pour toute la suite des points de latitude de ce méridien , depuis un pôle jusques à l'autre , la suite des points magnétiques correspondans est la trace de l'intersection faite dans la sphère magnétique par un plan qui passe par l'axe du monde, et que l'on peut nommer méridien magnétique, correspondant au méridien terrestre donné.

Ainsi , pour chaque méridien terrestre , on aurait dans la sphère magnétique un méridien magnétique correspondant.

Et si l'on pouvait déterminer la position respective des méridiens magnétiques en regard des méridiens terrestres correspondans , et de plus , la position des points correspondans sur ces méridiens respectifs , pour une époque donnée , on aurait résolu, pour cette époque , le problème de la déclinaison et de l'inclinaison magnétiques.

Car, pour connaître la *déclinaison*, à quelque latitude que ce soit, d'un méridien terrestre donné , si vous connaissez la position du plan magnétique correspondant , vous trouverez , par le moyen de l'*inclinaison* de l'aiguille , la position du point magné-

(*) On demandera de connaître le diamètre et la position du centre de la sphère magnétique ; ces indications seraient des développemens que ce *sommaire* ne comporte pas : on les trouvera dans la théorie annoncée , qui porte avec elle ses justifications.

tique dans ce plan ; vous aurez donc la direction de l'aiguille aimantée, qui n'est autre chose que la droite menée du point terrestre donné au point magnétique correspondant. Il faut donc aussi déterminer l'*inclinaison magnétique* et sa variation successive pour un lieu quelconque ; ce sera , d'ailleurs , considérer la direction magnétique par rapport aux parallèles de latitude.

DE L'INCLINAISON DE L'AIGUILLE AIMANTÉE.

L'aiguille aimantée incline vers le *nord* dans une partie de la surface terrestre , elle incline vers le *sud* dans une autre partie , elle est *horizontale* sur la ligne de séparation de ces deux parties ; et cette ligne , que l'on nomme l'*équateur magnétique* , et qui coupe l'équateur terrestre sur deux points , et le heurte sur un troisième point , est une courbe à plusieurs courbures , que l'on n'avait pas définie.

On sait que l'inclinaison magnétique varie d'ailleurs , avec le temps , partout où on l'a observée ; mais on n'avait pas remarqué que la marche de cette variation consiste uniquement en ce que l'inclinaison magnétique d'un lieu quelconque passe continuellement à un lieu plus occidental , sans quitter sensiblement le même parallèle de latitude dont elle fait le tour en un certain nombre de siècles.

On peut connaître , par les observations , les inclinaisons magnétiques d'un assez grand nombre de

points d'un même parallèle de latitude, à une même époque; on peut les connaître de même à une autre époque, et on les trouvera toujours s'avancant à l'ouest, dans le même ordre, ou peu s'en fait.

Donc, on pourra connaître, par ce moyen, l'espace en longitude qu'elles auront parcouru dans un temps donné; et, par conséquent, on connaîtra ensuite la longitude par l'inclinaison magnétique sur chaque parallèle, et réciproquement.

On peut donc trouver un rapport entre l'*inclinaison magnétique* et la *longitude*; et ne peut-on pas lui trouver aussi un rapport avec la *latitude*?

En effet, vous trouverez sur tous les méridiens l'inclinaison magnétique représentée par les deux équations suivantes, dont la première s'applique aux 90° de latitude compris entre les parallèles 45° nord, et 45° sud; la deuxième, aux latitudes au-dessus de 45° au nord ou au sud.

Dans le premier cas, (entre les latitudes 45° nord, et 45° sud), LA TANGENTE DE LA MOITIÉ DE L'INCLINAISON EST ÉGALE AU SINUS DE LA LATITUDE (PLUS OU MOINS UNE QUANTITÉ VARIABLE DANS UN CERTAIN RAPPORT AVEC LES LONGITUDES ET AVEC LES LATITUDES.)

C'est cette quantité variable qui engendre la courbe de la trace de chaque degré d'inclinaison, à commencer par l'*équateur magnétique*.

On peut donc trouver un premier méridien où le rapport de l'inclinaison à la latitude serait à sa plus simple expression, c'est-à-dire où la quantité

variable serait *zéro* : ce serait l'un de ceux où l'inclinaison est *zéro* à l'équateur terrestre.

Sur ce premier méridien , $\sin \text{ latitude} = \tan \text{gente} \left(\frac{1}{2} \text{ inclinaison.} \right)$

Ainsi , par exemple , pour latitude 45° , son sinus étant égal à la tangente de $35^\circ 16'$, l'inclinaison est de deux fois $35^\circ 16'$, faisant $70^\circ 32'$ (division sexag.^e .)

Dans les latitudes plus hautes que 45° , LA COTANGENTE DE L'INCLINAISON EST ÉGALE AU CARRÉ DU COSINUS DE LA LATITUDE , MULTIPLIÉ PAR SON SINUS (PLUS OU MOINS LA QUANTITÉ VARIABLE.)

Le maximum de cette quantité variable est à l'équateur , où elle va jusqu'à un demi-degré d'inclinaison par degré de longitude ; et , à mesure que la différence d'inclinaison diminue par les latitudes , on trouve une augmentation dans la différence de déclinaison ; en sorte que si ce n'est l'une , c'est l'autre de ces deux variations qui peut indiquer la longitude sur tous les parallèles.

DU PREMIER MÉRIDIEEN MAGNÉTIQUE.

Pour déterminer la position du premier méridien du système magnétique , on peut s'appuyer plus ou moins de toutes les observations d'inclinaison de tous les temps ; car , si ce méridien est le seul auquel s'adapte l'équation de l'inclinaison dégagée de la quantité variable , toute inclinaison observée , à laquelle on comparerait celle que donnerait cette

équation, indiquera, par la différence de l'inclinaison calculée à l'inclinaison observée, si le lieu de l'observation est plus ou moins rapproché du premier méridien.

Et si cette différence de l'inclinaison, suivant les longitudes, s'avance à l'ouest toujours parallèlement aux latitudes, ou à fort peu près, la même opération a pu servir à constater cet état de choses, et à reconnaître la vitesse de son mouvement, et, par conséquent, à conclure la durée d'une de ses périodes de révolution entière.

En s'éloignant de ce premier méridien, soit à l'orient, soit à l'occident, pour connaître la longitude ou la latitude par l'inclinaison magnétique, et réciproquement, on conçoit qu'au lieu de suivre la trace du degré d'inclinaison, il s'agit de suivre la trace du degré de latitude, et de considérer sur elle la différence d'inclinaison magnétique, produite par la différence de longitude, et exprimée par la quantité variable de l'équation.

R É S U M É.

Quelle que soit la manière dont on avait étudié, jusques à présent, les phénomènes magnétiques, et quoique l'on se fût arrêté (*) « à déclarer, quant » à la déclinaison et à l'intensité, que l'on ne savait » absolument rien sur leurs lois ni sur leurs causes,

(*) *Journal de physique*, tom. 59, frimaire an 13, pag. 450.

» et que, si quelque physicien est assez heureux pour
 » ramener à un principe unique , qui explique en
 » même temps toutes les variations de l'inclinaison ,
 » ce sera , sans doute , l'une des plus belles décou-
 » vertes que l'on ait jamais faites. »

Si actuellement des conceptions , comme celles qui ont été indiquées dans cet abrégé , sont des conclusions naturelles des observations magnétiques , si elles peuvent comprendre dans leurs solutions tout ce que l'on a observé , mais non pas défini dans le magnétisme terrestre, savoir : la diminution (*) de son intensité , en allant de l'équateur aux pôles, son action dans l'espace atmosphérique , sans aucune diminution sensible à la plus grande hauteur où l'homme se soit jamais élevé (**), la variation de la déclinaison et de l'inclinaison par les longitudes et par les latitudes , leurs variations successives dans les mêmes lieux , leurs variations diurnes et annuelles, leur mouvement de translation d'orient en occident, etc.

Que doit faire l'auteur qui survient inopinément pour répandre les preuves de cette théorie , si, après avoir employé , dans son travail, toutes les observations magnétiques connues, il trouve qu'elles concourent toutes à ses vues (suivant leur degré d'exactitude ?)

(*) On a dit que l'intensité magnétique *augmente* de l'Equateur aux pôles , c'est une erreur : la proposition inverse sera démontrée par A+B.

(**) *Journ. de Phys.* , pag. 430 et 458.

Sa voix se perdra-t-elle dans le désert , parce qu'il n'a pas l'honneur d'appartenir à une autorité constituée dans la science , et que , pour attirer l'attention sur des questions qui étaient comme inaccessibles , et qu'il a au moins simplifiées et rendues traitables , il n'a d'autre mission que son inspiration et une étude persévérante ?

C'est au lecteur qu'il ose adresser cette invocation ; le lecteur seul peut favoriser l'émission toujours lente d'une utile vérité dont la tradition n'est pas encore établie : et sans lui , elle retombera encore dans son puits pour des siècles.

Les preuves , lorsqu'il s'agit de la définition d'un phénomène , doivent consister , sans doute , dans la comparaison de l'état de choses qu'elle annonce , avec l'état de choses que l'on observe.

Telles seraient donc , avec un développement suffisant , des propositions qui ne sont qu'indiquées ici , 1° pour la déclinaison des tables de la déclinaison actuelle , avec les élémens nécessaires pour les reconstruire à toute autre époque : et si l'on veut , des cartes géographiques , où seraient tracées les lignes des différens degrés de la déclinaison , et où seraient notées les déclinaisons observées , afin de montrer aux yeux leur ordre et leur ensemble , et leur placement dans la théorie.

2° Pour l'inclinaison , pareilles tables , qui , une fois établies , serviront , sinon pour toujours , au moins pour long-temps , suivant le moyen qui sera indiqué ; et si le lecteur veut être bientôt édifié , il

est prié de faire sa demande de la première livraison qui sera proposée à la fin de cette brochure.

DE QUELQUES AUTRES PHÉNOMÈNES DONT ON PEUT
ÉTABLIR DE MÊME LA THÉORIE.

On pourrait venir ensuite à d'autres considérations plus universelles ; car, s'il est d'autres phénomènes qui manifestent des variations analogues à celles du magnétisme terrestre , et qui sont aussi peu expliqués , tels que les différences des températures et des marées à des longitudes différentes sur les mêmes parallèles , les variations diurnes et annuelles du baromètre , etc. , peut-être pourra-t-on suivre de même leurs traces et les périodes de leur retour à un même état. .

DES TEMPÉRATURES.

On est frappé de l'inégalité de la température sur des latitudes pareilles , surtout lorsque l'on compare celle des côtes *orientales* de l'Amérique à celle des côtes opposées de l'Europe , et même sur chacun des grands continens , celles de l'*est* à celles de l'*ouest*.

On aurait pu remarquer que la température moyenne de l'été suit , à peu-près , la même ligne de courbure que l'inclinaison magnétique ; par exemple , l'une et l'autre sont , à peu près , à leur même degré à Moscow , à Amsterdam et à Cam-

bridge, d'Amérique, malgré une différence de 13° 20' en latitude, sur 108° 35' en longitude. (*)

On aurait pu voir encore que, plus on se rapproche de l'équateur, plus le degré de température (**) moyenne de l'été s'éloigne du parallèle de latitude

(*) *Extrait de l'annuaire du bureau des Longitudes, pour l'année 1823, pag. 161 à 163.*

LIEUX des OBSERVATIONS.	Longitudes de Paris.	Latitudes Nord.	Température moyenne de l'été. (Centigrade de Réaumur.)	Inclinaison magnétique, Division Séxag°.
	Ouest.			
Cambridge..	73° 23'	42° 25'	21° 17 1/2	69° 57'
	Est.			
Amsterdam..	22 30	52 22	19 0'	69 58
Moscow...	35 12	55 45	19 0'	69 48

(**) Il ne s'agit pas ici de la température moyenne de l'année qui n'est guères comparable entre les pays qui ont un hiver rigoureux et ceux qui n'en ont presque point; car, entre les tropiques, la température de l'hiver ne diffère que de 2° ou 3° d'avec celle de l'été, tandis que

Au Caire, par latitude 30° 0', elle diffère de 15°

A Rome, 41 53 17

A Varsovie, 52 14 21

A Pétersbourg, 59 56 24

A Québec 46 47 29

A Moskow, 55 45 31

Il paraît donc plus naturel de comparer les températures d'été séparément des températures d'hiver, puisque d'ailleurs, à chacune des saisons, le soleil est dans un hémisphère opposé.

par une ligne oblique, comme il arrive aussi pour le degré d'inclinaison magnétique.

Ainsi, par exemple, partant de Cumana, dont la latitude est de $10^{\circ} 27'$ nord, (*) et allant à l'orient, pour tenir la ligne du degré de température moyenne de l'été de Cumana, on arrivera vers Nangasacki, dont la latitude est de $32^{\circ} 45'$, ce qui fera une différence de plus de 22° en latitude; on aura aussi sur tous les points de cette ligne une inclinaison magnétique à peu-près uniforme, de (39° nord). On peut donc déterminer, au moyen de la théorie de l'inclinaison magnétique, la ligne d'égale température de l'été.

Il est remarquable aussi que, dans les latitudes au-dessus de 30° nord, le degré (centigrade) de la température moyenne de l'été est à peu-près égal à la moitié du complément (sexag.) de latitude, plus ou moins une quantité qui varie avec les lon-

(*) *Extrait de l'Annuaire.*

LIEUX des OBSERVATIONS.	Longitudes de Paris	Latitudes Nord.	Température moyenne de l'été. (Réaum.)	Inclinaison magnétiq. sexag.	Notes sur l'Inclinaison.
Cumana... . . .	Ouest. $67^{\circ} 35'$ Est.	$19^{\circ} 27'$	28°	$39^{\circ} 16'$	Inclinaison observée par Humboldt.
Rade de Mahomet (Mer Rouge).	35	$27^{\circ} 47'$	*	39	Idem par Pouton et Abercrombie.
Nangasacky . . .	$127^{\circ} 35'$	$32^{\circ} 45'$	28	39	Suivant les observ. faites à peu de distance dans les trois voyag. de Cook.

* Température à conclure à 28° par induction de celle du Caire.

gitudes, variation qui se voit aussi dans l'équation de l'inclinaison magnétique : par exemple, à Rome, dont la latitude est de $41^{\circ} 53'$, la moitié du complément est de $24^{\circ} 5' 1/2$, et représente assez exactement la température moyenne de l'été. Il en est à peu-près de même dans l'espace de 10° de longitude à l'ouest de Rome : la différence de l'observation à cette équation est comme incertaine d'une petite quantité en plus ou en moins.

Voyez le Tableau ci-après.

Si l'on voulait suivre le même principe pour l'équation de la température moyenne d'hiver, il faudrait considérer que le soleil s'est éloigné, dans cette saison, d'un tropique à l'autre, ce qui augmente sa distance des latitudes boréales de $46^{\circ} 56'$. On aurait donc à soustraire de la température d'été la quantité de $23^{\circ} 28'$; le résultat de la soustraction donnerait une équation de la température moyenne d'hiver, sauf la quantité variable dépendant des longitudes : alors on s'apercevrait que les abris du Nord, et les hauteurs des niveaux ont des résultats beaucoup plus grands sur l'hiver que sur l'été ; il faudrait les représenter par un terme de plus dans la quantité variable. Ainsi l'équation serait beaucoup plus compliquée pour l'hiver que pour l'été, raison de plus pour comparer les températures d'été séparément de celles d'hiver.

**TABLEAU des Températures moyennes de l'été suivant les
auxquelles on compare l'Équation**

NOMS des LIEUX	OBSERVATIONS.			Moitié du complé- ment de la latitude.	L'observa- tion diffère de ce calcul de
	Longitude	Latitudes.	Tempéra- ture moyenne de l'été.		
	de Paris.				
1	2	3	4	5	6
	Ouest.	Nord.			
	° ' "	° ' "	° ' "	° ' "	° ' "
Natchez. . . .	93 50	31 28	26 2	29 16	—3 06
Cincinnati . .	85 0	39 06	22 7	25 27	—2 47
Philadelphie. .	77 36	39 55	23 3	25 02	—1 44
Québec. . . .	73 30	46 47	20 0	21 33	—1 38
Cambridge... .	73 23	42 25	21 5	23 47	—2 17
Nain.	63 40	57 08	9	16 16	—7 16
Dublin... . .	62 19	51 25	15 3	19 17	—4 0
Edimbourg. . .	5 30	55 57	14 6	17 01	—2 25
Kendal.	5 06	54 17	13 8	17 52	—4 04
Bordeaux. . . .	2 54	44 50	21 6	22 35	—1 0
Londres. . . .	2 25	51 30	17 3	19 15	—2 0
Paris.	0 0	48 50	18 1	20 40	—2 35
	Est.				
Clermont. . . .	0 45	45 46	18	22 07	—4 0
Alger.	0 41	36 48	26 8	26 36	—0 12
Montpellier.. .	1 32	43 36	24 3	23 12	+1 06
Bruxelles. . . .	2 02	50 51	19	18 35	—0 25
Amsterdam... .	2 30	52 22	18 8	18 49	+0 01
Marseille. . . .	3 02	43 17	22 5	23 21	+0 50
Genève.	3 48	46 12	18 3	21 54	—3 36
Franecker.. . .	4 02	52 36	19 6	18 42	+0 54
Zurich.	6 12	47 22	17 8	21 14	—3 26
Manheim... . .	6 08	49 29	19 5	20 15	—0 45

(*) *Extrait de l'Annuaire du bureau des Longitudes pour l'année 1823.*

observations faites sur un certain nombre de points du globe (*)
(colonne 5) de cette température.

NOMS des LIEUX.	OBSERVATIONS.			Moitié du complé- ment de la latitude.	L'observa- tion diffère de ce calcul de
	Longitudes de Paris.	Latitudes.	Tempéra- ture moyenne de l'été.		
	2	3	4	5	6
1	Est	Nord			
Milan. . . .	6 51	45 28	22 8	22 16	+0 32
Gottingen. . .	7 33	51 32	18 2	19 14	-1 04
Drontheim. . .	8 02	63 24	16 3	13 18	+3 0
Christiania. . .	8 28	59 55	17 0	15	+2 0
Rome.	10 07	41 53	24 0	24 03	-0 03
Copenhague. .	10 15	55 41	17 0	17 10	-0 10
Prague. . . .	12 04	50 05	20 5	19 57	+0 25
Vienne. . . .	14 02	48 12	20 7	20 54	+0 12
Stockholm. . .	15 43	59 20	16 6	15 20	+1 14
Upsal.	15 18	59 51	15 7	15 04	+0 40
Bude.	16 41	47 29	21 4	21 15	+0 10
Umeo.	17 56	63 50	12 7	13 05	-0 25
Enontekiès. . .	18 27	68 30	12 7	10 45	+2
Varsovie. . . .	18 42	52 14	20 6	18 53	+1 15
Abo.	19 58	60 27	16 6	14 42	+2 0
Uleo.	23 06	65 03	14 3	12 29	+1 10
Cap Nord. . . .	23 30	71 0	6 3	9 30	-3 10
Pétersbourg. .	27 59	59 56	16 7	15 02	+1 40
Le Caire. . . .	28 58	30 0	29 $\frac{1}{2}$	30 0	-0 30
Moskow.	35 12	55 45	19 $\frac{1}{2}$	17 08	+1 50
Pekin.	114 07	39 54	28 1	25 03	+3 0
Nangasacky. . .	127 35	32 45	28 3	28 38	-0 20

Les degrés de température sont la division centimale du thermomètre de Réaumur.

Si vous allez à l'Orient de Rome et de Copenhague, vous trouvez *constamment* que la température moyenne de l'été devient un peu plus grande que la moitié du complément de la latitude. Le maximum de la différence, en faveur de la température, est d'à peu près 3°.

Si vous allez, au contraire, à l'Occident de Paris, vous trouvez une différence *constante* au désavantage de la température, différence dont le maximum paraît aller jusques à 7° par latitude 47° nord : la somme de ces deux différences, extrêmes dans la température d'été, est donc de 10° sur 180° de longitude de l'est à l'ouest. (*)

Enfin il résulte, de toutes les observations, que, sur chaque parallèle de latitude, la température moyenne de l'été va en diminuant, suivant que l'inclinaison magnétique va en augmentant, et réciproquement.

Or, tout le système de l'inclinaison magnétique

(*) Cette règle n'est pas sans des exceptions produites par des circonstances locales, telles que 1°. les grandes villes comme Paris et Londres, où la masse des ombres de longues rues dans un grand espace diminue la température d'été de leur atmosphère de 2 à 3°, aussi bien que l'abri de ces bâtimens et la population augmentent la température de l'hiver ;

2°. Une position élevée dans les hautes montagnes comme à Genève, à Zurich, à Clermont-Ferrand, où la température de l'été est diminuée de 4° ;

3°. Les abris des montagnes, suivant qu'elles sont au nord ou au sud du lieu d'observation ;

4°. La proximité de la mer.

éprouve un mouvement continu de l'orient à l'occident : on ne peut se dispenser d'en conclure que le système des températures exécute un mouvement pareil, ce qui nous conduirait à découvrir une variation successive de la température dans les différentes contrées, suivant une certaine période qui sera aussi celle du magnétisme terrestre.

Dans ce cas, on trouverait que la chaleur de l'été augmente actuellement dans toute l'Europe, et surtout dans sa partie occidentale, à l'ouest de Rome et de Copenhague, depuis deux siècles; et depuis plus long-temps, dans sa partie orientale, et qu'elle doit augmenter encore et se soutenir pendant un plus grand nombre de siècles.

On devrait y remarquer, en même temps, une augmentation dans la quantité annuelle de pluie, et surtout de ces averses qui produisent, en peu d'heures, des torrens et des débordemens.

De plus grandes masses de glaces se détacheraient des mers polaires de l'Europe, tandis que les choses suivraient un ordre inverse dans la partie orientale de l'Amérique du Nord, et que, par les longitudes du banc de Terre-Neuve et de la Guyanne, la température serait à son *minimum* sur chaque parallèle de latitude. Il faudrait aussi en conclure que, pour le passage cherché dans la mer polaire du nord, les plus grands obstacles opposés par les glaces seraient maintenant à son entrée orientale.

VARIATIONS DIURNES DE L'ATMOSPHÈRE.

La hauteur du baromètre éprouve une variation par chaque quart de la journée (*), dont la moyenne à Paris, de neuf heures du matin à trois heures du soir, dans les trois mois de novembre, décembre et janvier, est de. 0 54^{mm}₂₈ et qui, dans les trois mois suivans, février, mars et avril, devient de. 1 00^{mm}₂₂ c'est-à-dire, presque double.

Et de trois heures du soir à neuf heures du soir, dans les trois premiers mois, l'augmentation est de. 0 50^{mm}₀₇

Puis, dans les trois mois suivans, de. 0 60^{mm}₀₀

La différence entre le soir et le matin n'est pas si grande dans les autres mois.

Il existe donc une cause diurne et annuelle à cette variation : ce qui pourrait donner lieu de rechercher s'il s'opère une variation périodique dans la hauteur de l'atmosphère comme dans la déclinaison magnétique dont les variations diurnes et annuelles sont analogues à celles-là.

DE LA PESANTEUR ET DU PENDULE.

On a reconnu par les oscillations du pendule, que la pesanteur augmente avec les latitudes; il importera aussi d'examiner si elle ne varie pas avec les

(*) *Annuaire du bureau des Longitudes* pour l'année 1824, pag. 200.

longitudes , car l'intensité des forces magnétiques varie beaucoup en allant de l'équateur aux pôles , et l'*inclinaison* montre* qu'elle varie aussi avec les longitudes.

La même période pourrait donc s'appliquer à ces deux phénomènes.

DE LA FIGURE DE LA TERRE.

Ne pourrait-on pas tirer de l'*inclinaison* magnétique quelques indices sur la figure de la terre , autant et plus que des oscillations comparées du pendule , en considérant que le rapport de l'*inclinaison* à la latitude devient beaucoup moindre au-delà du parallèle 45° de latitude ?

DES MARÉES.

On n'a pas expliqué les différences de grandeur des marées dans les différens climats , différences beaucoup trop grandes pour être attribuées à des causes locales : il se pourrait que la part d'action du soleil et de la lune , à leur égard , se bornât à les modifier , suivant les différences que l'on remarque dans les mêmes lieux entre celles qui répondent aux syzigies , et celles qui répondent aux quadratures de ces deux astres , tandis que leur existence et leur grandeur respective dans les différentes mers tiendraient à une cause dont peut-être l'effet varie avec les latitudes et les longitudes , aussi-bien que l'*inclinaison* magnétique , et pourrait avoir , comme

cette inclinaison , un mouvement successif d'orient en occident.

Dans ce cas , les grandes marées du nord et de l'ouest de l'Europe auraient déjà varié depuis cent , et encore plus depuis deux cents ans.

On a bien remarqué que la ligne , qui sépare les courans à l'est des courans à l'ouest dans l'Océan-Atlantique , s'est avancée à l'occident : les orages semblent aussi prendre leur naissance plus à l'ouest du Cap de Bonne-Espérance , qui fut le cap des Tempêtes.

Il est donc d'une grande importance de rechercher si la hauteur des marées a éprouvé une variation qui se rattacherait à une longue période : car le concours de variations successives , dans la hauteur des marées , dans celles de l'atmosphère et dans la pesanteur locale , pourraient produire de grands débordemens des eaux sur les rivages peu élevés : et les deux dernières causes (la variation de l'atmosphère et de la pesanteur) produiraient aussi des inondations sur les continens dans les temps de grandes averses de pluies.

Ainsi la connaissance du rapport des phénomènes magnétiques avec la surface terrestre , du changement successif de ce rapport , et de la période de son retour à chacun de ses états successifs , pourrait faire découvrir qu'une semblable période ramène une série de phénomènes atmosphériques dont les résultats sont ce qui intéresse le plus dans la connaissance du globe que nous habitons.

DE CE QUI A ÉTÉ FAIT EN DIFFÉRENS TEMPS POUR MIEUX
CONNAÎTRE LE MAGNÉTISME TERRESTRE.

Faut-il rappeler que les variations de la déclinaison de l'aiguille aimantée ont inquiété les navigateurs depuis qu'elles ont été connues :

Que , l'an 1700 , l'astronome Halley , dans une navigation ordonnée par le gouvernement anglais, parcourut l'Océan-Atlantique à son orient et à son occident, depuis le parallèle 50° *nord* jusques au-delà d'une pareille latitude au *sud* , pour chercher à déterminer , par des observations de la déclinaison magnétique , les courbes de ses différens degrés : qu'il a donné la carte de ses observations, et, quoiqu'elle n'ait été précédée ni suivie d'aucune théorie, sa carte est un document très-précieux de l'époque, puisque les observations ont dû être faites avec une grande précision.

Depuis lors , toutes les puissances maritimes de l'Europe, et particulièrement la France et l'Angleterre, ont multiplié les expéditions dans toutes les mers, pour des recherches scientifiques en tout ce qui tient à la connaissance du globe et du magnétisme terrestre.

Grâces en soient rendues à la sollicitude des Souverains pour les progrès des sciences naturelles , et au dévouement éclairé des intrépides navigateurs qui ont affronté les dangers des mers inconnues !

Les bonnes observations magnétiques sont devenues de plus en plus nombreuses.

Cent ans après Halley, (de 1799 à 1807) un savant généreux a fait à lui seul sur les deux continens de l'Europe et de l'Amérique une quantité d'observations de *l'inclinaison magnétique*, bien recommandables par le zèle et la sagacité qu'il y a portés, et bien précieuses dans ces parties du monde où l'on en manquait pour établir une continuité entre celles que les Legentil, les Cook, les Bayli, les Lapeyrouse, les d'Entrecasteaux, les Van-Couver, etc., avaient données sur l'Océan-atlantique et sur le grand Océan-pacifique, et sur les mers des Indes, outre celles d'Abercrombie dans la mer rouge.

Et si l'on peut maintenant justifier la théorie de l'inclinaison magnétique dans l'hémisphère que nous habitons, c'est à M. de Humboldt que l'on en doit les principaux élémens.

Enfin, pour l'hémisphère du *Sud*, le plus riche recueil de très-bonnes observations de *la déclinaison* et de *l'inclinaison* nous est promis par ceux qui connaissent les soins et la perfection avec lesquels ont été recueillies tant de choses des différens règnes de la nature, dans l'expédition française que dirigeait autour du monde l'officier distingué, commandant la frégate l'*Uranie*, pendant les trois à quatre années de 1817 à 1820 (*).

Les gouvernemens qui ont ordonné tant de tra-

(*) Ajoutez celles du voyage de M. le capitaine Duperrey, de 1822 à 1825, et celles des Anglais aux mers polaires.

vaux et de recherches sur les phénomènes magnétiques, les savans qui les ont sollicités, et tous les hommes qui s'intéressent au savoir et à son emploi pour l'avantage des peuples, ne voudront-ils autre chose qu'accumuler des matériaux sans plan et sans édifice?

Mais tout au moins les hommes qui voyagent à travers les déserts de l'Océan, pourront convenir que l'aiguille aimantée servira bien mieux à les diriger dans leur route, lorsque l'on saura comment elle se dirige elle-même; et, peut-être, ils ne négligeront pas ce nouveau moyen d'éviter d'horribles catastrophes comme celles de la *Méduse*, suite des erreurs auxquelles l'estime de route est toujours assujettie.

Et encore les hommes industriels, qui exploitent des mines de fer ou qui en cherchent de nouvelles, pourront peut-être, avec la théorie de l'inclinaison magnétique, s'assurer par l'aiguille aimantée, de l'existence de ces mines dans les lieux où ils les soupçonnent.

Sous un rapport plus vaste, on voudra examiner si l'on peut admettre une période qui modifie lentement les climats, et qui peut ramener, à de longs intervalles, des inondations ou des sécheresses funestes dans quelques contrées, afin que, connaissant la marche et la durée de cette période, les gouvernemens puissent prendre à temps des précautions suffisantes, en faveur de leurs peuples, contre de pareils fléaux.

Pénétré de la pensée de ces différentes choses, l'auteur présente humblement le *Prospectus* ci-après :

PREMIÈRE LIVRAISON DU TRAVAIL.

Avant d'oser offrir toute la souscription au travail annoncé dans ce Programme, l'auteur propose de soumettre au public une première partie qui pourra servir à donner une opinion de tout le reste.

Cette première partie comprendra :

1° Des considérations générales sur les principaux phénomènes confondus sous les dénominations d'*aimant*, de *corps aimanté*, de *magnétisme terrestre*, de *direction magnétique* ;

2° La théorie de l'inclinaison de l'aiguille aimantée, avec un développement des principes sur lesquels elle est fondée et tous les détails nécessaires pour en faire l'application, et pour calculer l'inclinaison du temps présent et des temps passés et à venir : ce qui consiste surtout à faire connaître la position actuelle du premier méridien, et la mesure de son mouvement à l'ouest, proportionnellement au temps, et de plus, à déterminer la quantité variable de l'équation, et son rapport avec les longitudes et avec les latitudes ;

Puis l'aperçu de la modification, que les grandes masses de montagnes produisent sur l'*inclinaison*, suivant que l'observation en est rapprochée au *nord* ou au *sud* ;

Et des observations sur la meilleure construction de la boussole ;

3° Une table de l'inclinaison magnétique pour un hémis-

phère, d'un pôle à l'autre, depuis la longitude 50° à l'orient de Paris, jusqu'à longitude 130° à son occident : cette table sera calculée par chaque degré de latitude au nord et au sud, et par chaque degré de longitude ;

4° Une carte *magnétique*, laquelle ne présentera rien autre de géographique, sinon les lignes des longitudes et celles des latitudes : les traces des différens degrés de l'inclinaison magnétique y seront figurées, afin de montrer aux yeux l'ensemble des résultats des tables, et de faciliter et vérifier leur application à tous les points que l'on voudra de l'hémisphère. Cette carte sera utile encore pour faire usage des tables pendant de longues années, après l'époque de leur formation, parce qu'au moyen d'une note, on y trouvera facilement, pour une époque quelconque, la situation du premier méridien magnétique, duquel on devra toujours partir pour compter les longitudes des tables ; et c'est avec cette seule condition, que la même table d'inclinaison pourra servir, à ce qu'il paraît, pour un temps illimité.

La carte sera établie sur une assez grande échelle, pour pouvoir y figurer assez distinctement les traces de l'inclinaison magnétique de degré en degré ; elle pourra être divisée en deux feuilles ; elle se bornera pourtant vers le 75^e parallèle nord, et le 60^e parallèle sud, le surplus étant inutile et facile à suppléer par les tables.

La table et la théorie de la déclinaison seront données dans une des livraisons suivantes.

On ne dit rien sur le prix, ne voulant prendre de mesures à cet égard qu'aussitôt que les demandes paraîtront pour pouvoir couvrir la moitié des frais : alors le prix sera annoncé aussi modique que possible pour les souscripteurs, et la livraison suivra de près, avec un *Prospectus* des différentes livraisons suivantes.

Le souscripteur sera encore libre de retirer sa demande

lorsque le prix sera annoncé; et, dans tous les cas, il ne payera qu'après avoir reçu la livraison.

La souscription est ouverte chez BÉRAUD, à Paris.

BOHAIRE, à Lyon.

PASCHOUX, à Genève.

LEVRAULT, à Strasbourg.

BOYTIER, à Bourg (Ain).



L'EXTRAIT ci-après d'UNE LETTRE que l'auteur a eu l'occasion d'écrire donnera une idée de ses considérations sur les variations atmosphériques.

Lettre à Monsieur BALSAC (par extrait).

MONSIEUR ,

Vous me faites l'honneur de me demander, par votre lettre du 11 novembre dernier, si les changemens périodiques de température que j'annonce, s'étendent jusqu'aux régions polaires où l'on trouve des ossemens, et même des corps entiers d'éléphans, de rhinocéros, etc. , avec leur chair, leur peau et leur poil, conservés par la gelée qui les a saisis dans ces lieux où l'on suppose qu'ils habitaient avant la catastrophe qui les y a surpris, et où la température devait être pareille à celle des lieux où leurs espèces vivent maintenant? (Celle des tropiques.)

2°. Quelle est la durée de la période en question? Serait-elle de 10450 ans environ, comme celle qui change successivement, dites-vous, la face de Continent habité?

Ce que j'ai à répondre, Monsieur, me laisse bien au-dessous d'une aussi longue étendue : je me renferme dans une période de 1461 ans, qui était connue des Égyptiens sous le nom de période *Sothiaque*, ou caniculaire, en sorte que je puis en étudier cinq retours successifs, dans les anciennes annales.

Les premiers de ces retours m'indiquent des déluges partiels, qui sont devenus plus petits et plus limités à chaque nouvelle période, et qui se réduisent déjà à des intempéries. Les causes diluviennes, sans

avoir entièrement cessé, sont sans doute fort affaiblies, soit en elles-mêmes, soit par les travaux des hommes qui ont facilité l'écoulement des fleuves, et ont soutenu leurs bords par des digues, et peut-être que les grands déluges ont été la coïncidence de la période de 1461 ans, avec une autre période inconnue plus étendue. Ce qui reste de ces causes paraît consister en ce que l'atmosphère terrestre ne serait pas concentrique avec le globe terrestre ; son poids ne serait pas tout pareil sur les différentes longitudes d'un même parallèle de latitude. (Ce sont des choses à vérifier par les observations du baromètre et du pendule, faites dans les voyages autour du monde, notamment dans ceux de M. de Freycinet, et de M. Duperrey). L'atmosphère terrestre ferait sa rotation diurne un peu plus lentement que la terre, en sorte que le centre atmosphérique parcourrait un cercle en 1461 ans : ainsi, lorsque la partie la moins pesante de l'atmosphère se trouverait sur notre méridien, sa pression devenant moindre sur la surface de nos mers et de nos rivières, les orages soulèveraient plus facilement leurs eaux au-dessus de leur niveau, parce qu'ils auraient d'ailleurs une direction plus horizontale ; et si des causes pluviales venaient se joindre à ces circonstances, les eaux moins pressées par l'atmosphère, s'écouleraient plus lentement ; elles s'élèveraient donc, et surmonteraient leurs bords dans les ruisseaux, les torrens et les rivières : les inondations des plaines les plus basses s'ensuivraient.

Il est, depuis long-temps, reconnu que la température n'est point égale sur les différentes longitudes d'un même parallèle de latitude : j'aurai à démontrer que cet état de choses se transporte tel quel continuellement de l'orient à l'occident, suivant une période de 1461 ans : j'ai, pour cela, une première preuve, dont je vous ai déjà entretenu, c'est que, sur chaque parallèle de latitude, la température est basse aux longitudes où l'inclinaison de l'aiguille aimantée est grande, et *vice versa*, comme au pôle la température est à son *minimum*, et l'inclinaison magnétique à son *maximum*. Or, il est bien reconnu que la différence d'inclinaison magnétique sur chaque parallèle de latitude, se transporte continuellement de l'orient à l'occident : me refusera-t-on d'en conclure que la différence de température se transporte de même, suivant la même période que j'établis par l'inclinaison magnétique? Je chercherai ensuite les preuves historiques des différences de température, observées successivement dans des lieux donnés.

Il s'ensuivrait que la différence de température, qui a pu être autrefois plus grande, aurait actuellement ses limites sur chaque parallèle de latitude, comme la différence d'inclinaison magnétique; j'indiquerai ces limites.

L'augmentation de la température produit nécessairement une augmentation de pluie annuelle, parce qu'elle nous place dans la situation de pays plus méridionaux; et l'on sait que la quantité annuelle de

pluie augmente beaucoup à mesure que l'on approche de l'équateur, et surtout que les averses sont plus fortes.

La pesanteur de l'atmosphère diminuera-t-elle, par la même cause ou en même temps? et, dans ce cas, les causes d'inondation fréquentes vont-elles en augmentant? Ce sera aussi une question à examiner.

Vous me direz, Monsieur, que voilà des choses bien hypothétiques; cependant il existe une opinion de tous les peuples et de tous les temps, que notre terre éprouve une variation de température : toute mon innovation consiste donc à déterminer la marche périodique de cette variation.

Je viens maintenant à vos objections sur ce que je n'explique point comment la température, qui se trouve actuellement sous les tropiques, a quitté les régions polaires où elle aurait existé, dit-on, au temps où les éléphants habitaient, à ce qu'il semble, les contrées du Nord. Telle n'est point mon intention; car je me borne à montrer le mouvement de l'état actuel des choses d'orient en occident, à reconnaître en quoi cet état de choses consiste, à déterminer la période de son mouvement, et à la suivre en remontant, d'âge en âge, aussi loin que peuvent le permettre les fastes des peuples, si souvent détruits.

Au reste, je m'expliquerai sur le prétendu séjour des éléphants dans le Nord, etc.

J'ai l'honneur d'être, etc.

POST-SCRIPTUM

AU MÉMOIRE PRÉLIMINAIRE.

UNE année avant l'impression de ce Mémoire préliminaire, il en a été envoyé une copie manuscrite à la Société de Géographie à Paris, avec une lettre d'envoi en date du 6 février 1825, adressée à M. le contre-amiral de Rossel, l'un des présidens de cette Société; et à la suite de la lettre était le *post-scriptum* qui suit :

« Vous pourriez avoir quelque occasion de faire dé-
» terminer, par des observations, l'inclinaison ma-
» gnétique dans le golfe de Guinée, où je pense que
» l'inclinaison actuelle doit être *zéro* à l'équateur,
» vers longitude, cinq à six degrés à l'orient de Pa-
» ris. » (Cette lettre est parvenue à son adresse par
l'intermédiaire de M. le député Dudon).

L'auteur a maintenant la satisfaction de voir, 1.^o
que ses calculs sont confirmés par des observations
directes, que le capitaine Sabine a faites sur le point
indiqué;

2.^o Que l'on ne refuse pas d'admettre en fait, dans
la science, que l'équateur magnétique s'avance

d'Orient en Occident sans changer de figure et de parallélisme (*).

(*) Extrait du rapport fait par une commission à l'Académie Royale des Sciences de l'Institut à Paris, le 22 août 1825, sur le voyage de découvertes sous le commandement de M. Duperrey, dans les années 1822, 1823, 1824 et 1825.

« Nous trouvons enfin dans un ouvrage du capitaine
» Sabine, publié depuis quelques semaines seulement par
» ordre du bureau des longitudes de Londres, une obser-
» vation qui montre, d'une manière non moins évidente,
» que le point d'intersection des deux équateurs, qui était
» situé en Afrique dans l'intérieur des terres et assez loin
» de la côte en 1780, s'est avancé, de l'Orient à l'Occident,
» jusques dans l'Océan Atlantique.

» L'observation dont nous voulons parler, a été faite à
» l'île portugaise de Saint-Thomas. M. Sabine y a trouvé
» en effet, pour la valeur de l'inclinaison en 1822, 0°, 4' S.
» L'équateur magnétique passe donc actuellement par
» cette île, dont la latitude est 0°, 24' N. Quelques minu-
» tes plus à l'Occident, son point d'intersection avec l'é-
» quateur terrestre est à cinq degrés environ de longitude
» orientale; tandis que, suivant les observations de l'an
» 1780, MM. Morlet et Hansteen l'ont placé 13° au moins
» plus à l'est.

» D'après ces différens rapprochemens, l'existence d'un
» mouvement de translation dans l'équateur magnétique
» est très-probable. »

Et, auparavant, on trouve dans le même rapport :

« Des variations (autres qu'il a indiquées) en appa-
» rence si contradictoires, s'expliqueront néanmoins très-

Voilà donc les deux points essentiels de cette théorie établis: il ne sera pas plus difficile de démontrer que tout le système de l'inclinaison magnétique exécute le même mouvement, comme il est exposé page 7 de ce Mémoire. Ce sera aux tableaux des observations successives de l'inclinaison à fournir la preuve de leur coïncidence avec ce mouvement.

» simplement, même sans qu'il soit nécessaire d'admettre un changement de forme dans l'équateur magnétique, pourvu que l'on suppose que cette courbe est douée d'un mouvement de translation qui, d'année en année, le transporte progressivement et en masse de l'Orient à l'Occident.

» De 1780 à l'époque actuelle, cette rétrogradation des nœuds, pour qu'on pût en déduire la valeur numérique des changemens observés dans les latitudes, ne devint guère être au-dessous de 10°: si la rapidité de ce déplacement était regardée comme une objection, nous ferions remarquer que les observations directes de la position des nœuds, conduisent, à fort peu près, aux mêmes résultats. » etc. (*Extrait du procès-verbal de la séance.*)

(MM. Hansteen et Morlet, dont les cartes magnétiques sont encore inconnues à l'auteur du Mémoire préliminaire, lui pardonneront de n'avoir pas fait mention de leurs cartes dans ses Mémoires, qui, peut-être, ne viendront pas non plus de si tôt à leur connaissance; attendu que les trompettes journalières actuellement sonnent peu dans les tons des sciences exactes.)

D'ailleurs, s'il est établi que la trace de l'inclinaison zéro, que l'on nomme équateur magnétique, s'avance d'Orient en Occident sans changer de figure, et suivant une vitesse déterminée, ne sera-t-il pas évident que les traces de tous les autres degrés de l'inclinaison magnétique doivent en faire autant? car l'équateur magnétique, tenant le milieu entre les inclinaisons N et les inclinaisons S, appartient autant aux unes qu'aux autres: il est leur élément, leur régulateur commun.

On voudra bien remarquer que, pour indiquer aussi exactement *à priori* la position actuelle de l'un des nœuds de l'équateur magnétique sur l'équateur terrestre, par longitude 5° à 6° E, l'auteur ne pouvait avoir d'autre secours que sa table d'inclinaison magnétique; car, auparavant, la position de ce nœud, dans l'Afrique, n'ayant pu être approchée, était tout-à-fait inconnue. L'auteur, pour déterminer cette position, a employé l'ensemble des observations d'inclinaison faites dans tout un hémisphère depuis deux cents ans. Il a pu les faire concourir toutes au moyen de la période qu'il assigne au mouvement du système magnétique: ainsi donc la vérification directe de la position de ce nœud, par le capitaine Sabine, lui paraît une vérification des principes sur lesquels s'appuie la table d'inclinaison qu'il propose.

SECOND

MÉMOIRE.

SECOND

MÉMOIRE

SUR

LES VARIATIONS MAGNÉTIQUES ET ATMOSPHÉRIQUES.



Maxima pars hominum decipimur specie rectè.
HORATII.

Que vos perceptions soient vraies, voilà le
fondement de vos connaissances ; raisonnez
bien sur ces perceptions, voilà la règle de vos
jugemens. LEIBNITZ.



BOURG.

IMPRIMERIE DE P.-F. BOTTIER, LIBRAIRE,
IMPRIMEUR DU ROI.

M. DCCC. XXVI.



SECOND

MÉMOIRE

SUR

LES VARIATIONS MAGNÉTIQUES ET ATMOSPHÉRIQUES.

CHAPITRE PREMIER.

DE L'AIMANT ET DU MAGNÉTISME TERRESTRE.

On appelle Magnétisme soit la cause, soit les effets de l'aimant; et lorsque l'on considère l'ensemble des phénomènes de ce genre, ou ceux de la direction de l'aiguille aimantée, et de ses variations aux différens points du globe, on comprend toutes ces choses et leur cause sous le nom de *Magnétisme terrestre*.

On sait que tous les corps de la nature ont une tendance mutuelle les uns aux autres; c'est ce que l'on nomme la gravitation universelle: pour tous les corps qui font partie de la terre ou qui sont à sa surface, cette tendance se dirige au centre du globe; on la nomme pesanteur.

Ces deux lois universelles ne sont pas celles de l'*aimant*, ou du moins elles fléchissent devant lui; car un aimant attire et peut tenir suspendu un corps plus pesant que lui, et sa force s'exerce particulièrement dans une certaine direction : c'est là ce qui le distingue et ce qui caractérise son action, qu'on appelle magnétique.

On appelle donc *aimant* un corps qui exerce la puissance magnétique; et ce nom est donné surtout à une espèce particulière de mine de fer en roche, ou de pierre dans laquelle est amalgamé un mélange ferrugineux qui y domine, et lui donne une couleur gris de fer (*).

(*) Voici comment la pierre d'aimant est définie dans l'*Encyclopédie moderne* : « Fer oxidule de Haüy, cristallisé » ordinairement en octaèdres réguliers. Il se trouve en » abondance dans les régions boréales, il y forme même » des montagnes dans la province de Smoland en Suède ; » il est répandu en couches épaisses dans les terrains primitifs : c'est toujours avec le *gneiss*, avec le *talc*, et » dans les granites anciens, comme en Angleterre, en » Suède, en Sibérie, à la Chine, en Corse et à l'île d'Elbe ; » avec le quartz et le mica, en Norwège ; dans le schiste » micacé, en Bohême et en Piémont ; enfin dans les basaltes, dans les terrains volcaniques et dans les laves » du Vésuve. M. Bory-de-S.-Vincent en a observé une montagne entière dans la Sierra de Ronda, au midi de » l'Espagne. »

La pierre d'aimant est en si grande quantité en Nor-

Prenez une de ces pierres, et présentez - lui à une petite distance des particules de fer, elles y seront plus ou moins attirées de quelque côté que ce soit, et surtout à deux points diamétralement opposés. On appelle ces deux extrémités les *pôles* de l'aimant.

On augmente beaucoup l'action ou la force de cette propriété de la pierre d'aimant, en lui adaptant d'un pôle à l'autre une lame d'acier repliée sur lui bien jointe, et assujétie par deux brides contre les faces de ses pôles et contre la face supérieure, taillées à cet effet : c'est ce que l'on nomme l'*armure* de l'aimant. On peut même augmenter la force d'une pierre d'aimant en l'aimantant encore elle-même, et par ce moyen lui faire porter un poids six fois plus grand que son propre poids (*). On communique au fer,

wège et en Suède, qu'on l'envoie par tonneaux hors du pays (Buffon, *Traité de l'Aimant*).

Le naturaliste Plin dit qu'il y en a des montagnes en Arragon et en Biscaye, et qu'on en avait tiré des pierres pour la voûte du temple que le roi Ptolomée fit bâtir à la mémoire de sa sœur Arsinoé, dans Alexandrie d'Egypte, pour que la statue de cette princesse, en airain, renfermant du fer, parût se tenir d'elle-même suspendue à la voûte.

(*) « Le premier aimant que j'ai soumis à l'expérience, » dit M. Aepinus, était un parallépipède régulier, noirâtre, sans éclat métallique, homogène, compacte, » comme sont communément les aimans de mauvaise

ou mieux encore à l'acier, la propriété magnétique, en le frottant avec un aimant, ou en le mettant en contact avec lui pendant un temps suffisant. C'est ainsi que l'on forme les aimans artificiels, et que l'on aimante les aiguilles de boussole.

Une aiguille aimantée devient donc un aimant; et, de plus, c'est l'aimant le plus parfait, parce que sa forme allongée et très-déliée se réduisant en quelque sorte à être la ligne des pôles magnétiques, la rend plus susceptible de manifester tous les phénomènes du magnétisme.

» qualité : il n'avait presque pas de force, car il pesait
» nu deux onces 58/64; et avec son armure, trois on-
» ces 62/64, et n'élevait que quatre onces. Je l'ai dé-
» pouillé de son armure, je l'ai aimanté, et j'ai trouvé
» ensuite que sa vertu était augmentée; et que, rejoint à
» son armure, il pouvait élever douze onces 1/2. Je l'ai
» exposé au feu libre des charbons, je l'ai laissé dans une
» forte incandescence pendant une demi-heure; j'ai trouvé
» après son refroidissement qu'il avait perdu presque
» toute force magnétique : je l'ai aimanté de nouveau, et
» j'ai trouvé que, garni de son armure, il élevait déjà
» plus de dix-huit onces. » (BUFFON, *Traité de l'Aimant*,
page 105).

CHAPITRE II.

DE LA DIRECTION MAGNÉTIQUE.

LE plus grand des phénomènes magnétiques, celui qui renferme sans doute la solution de tous les autres, est la position que prend l'aiguille aimantée lorsqu'elle est librement suspendue par son milieu (*): elle se dispose d'elle-même dans un alignement particulier, qui est différent sur tous les points de la surface terrestre, et qui consiste comme nous l'avons déjà rapporté :

1.^o En ce que sur l'équateur terrestre l'aiguille est plus ou moins parallèle à l'axe du monde, suivant les longitudes, dans un certain rapport que nous aurons à étudier, et qui une fois trouvé, nous donnerait la mesure de la déclinaison et de l'inclinaison de l'aiguille sur toute la circonférence de l'équateur ;

2.^o En allant de l'équateur à l'un ou à l'autre pôle,

(*) « Nous supposons ici une aiguille suspendue de manière à pouvoir se ranger en même temps dans la déclinaison et dans l'inclinaison magnétiques ; mais dans l'usage, on emploie deux boussoles différemment construites pour ces deux sortes d'observations. »

l'extrémité de l'aiguille vers la région où l'on s'avance s'abaisse de plus en plus dans un certain rapport avec les latitudes que nous aurons aussi à reconnaître ;

3.^o Cette direction varie encore suivant les temps dans tous les lieux.

Pourtant c'est en cela, et avec toutes ces incertitudes, que consiste la *boussole* ; cette invention sans laquelle les marins n'osant s'éloigner hors de la vue des rivages, nous ne connaîtrions encore qu'à peine la moitié de notre globe, quelque petit qu'il soit dans l'univers.

On n'a point connu jusqu'ici la vraie direction de l'aiguille aimantée ; on sait seulement que l'une de ses extrémités se dirige à-peu-près vers le *nord*, et l'autre, par conséquent, à-peu-près vers le *sud*, sauf des déviations qui varient par les longitudes et par les latitudes, suivant une règle encore cachée. Cependant l'audacieux navigateur s'est confié à cette indication incomplète, et il supplée à ce défaut par des observations astronomiques, toutes les fois que l'état du ciel le lui permet, pour reconnaître sa route au milieu des déserts de l'Océan.

Mais pourquoi, depuis au moins cinq à six siècles que l'usage de la boussole est connu en Europe, le physicien a-t-il aidé si peu le navigateur, qui lui a pourtant fourni assez d'observations pour la recherche des lois et des causes qui gouvernent le phénomène des variations magnétiques ? Pourquoi des noms célèbres comme ceux des Hallay, des Euler, des Lemonnier, des Buffon, des Biot, ne sont-ils inscrits

dans la liste des savans qui s'en sont occupés, que pour attester des essais abandonnés ?

A-t-on manqué de persévérance ? c'est ce qu'il y a de plus probable : il est certain au moins que l'on a trop morcelé la question. Les uns ont traité de l'aimant, les autres de la direction de l'aiguille aimantée : on a considéré dans l'un la force attractive, et dans l'autre la force directrice; tandis qu'il n'y a pas en cela deux choses, car la direction d'une force n'est rien autre que l'indication de la tendance de cette force : toute sa puissance est dans sa force de direction; et peut-être on n'a pas assez considéré que sous la forme d'aiguille, l'aimant laisse apercevoir les secrets de son action mieux que sous toutes les autres formes, quelles que soient leur force et leur armure; l'aiguille aimantée devient la direction magnétique et sa force elle-même rendues visibles. Nous ne perdrons pas de vue cette pensée.

Cependant l'ingénieur Coulomb entraînait dans une bonne voie : il a voulu montrer que la pierre d'aimant et le fer n'étaient pas les seules matières sur lesquelles s'exercent les phénomènes du magnétisme terrestre, et que toutes les substances de la nature sont soumises à ses lois, bien que ce soit à un degré plus ou moins sensible (*).

(*) Coulomb prit deux barreaux aimantés, qu'il disposa sur une même ligne droite, de manière que leurs pôles

« Récemment le professeur Hansteen a annoncé
» dans les journaux savans du nord de l'Europe, qu'il
» s'est livré à de nouvelles observations, d'où il ré-
» sulte que tout objet vertical, tel qu'un arbre, un
» mur, un clocher, etc., se constitue naturellement
» à l'état d'un aimant : la partie inférieure porte le
» pôle boréal, la supérieure le pôle austral. » (FRAN-
CŒUR, *Revue encyclopédique*, juillet 1821.) « Ce su-
» jet, dit le rédacteur de l'article, est aujourd'hui
« du plus haut intérêt pour les physiciens, depuis
« que M. Oersted a indiqué les relations qui unissent
« les fluides magnétique et électrique. »

Maintenant plusieurs physiciens, à l'imitation
d'Oersted et d'Ampère, multiplient et varient les ap-
pareils d'expériences électro-magnétiques, galvani-

opposés étaient éloignés l'un de l'autre d'environ quinze millimètres ; il plaça dans l'espace intermédiaire successivement de petits cylindres faits de diverses matières, et dont la longueur était de sept à huit millimètres ; chaque cylindre était suspendu librement à un fil de soie tel qu'il sort du cocon. Coulomb observa que ce petit cylindre, de quelque matière qu'il fût composé, se disposait toujours exactement suivant la direction des barreaux ; et si on le détournait de cette direction, il y était constamment ramené après un certain nombre d'oscillations. L'or, l'argent, le cuivre, le plomb, l'étain, le verre, la craie, les os des animaux et différens bois, furent soumis à l'expérience, et tous ces corps éprouvèrent l'action magnétique.

ques, thermo-magnétiques, électro-dynamiques, etc., dans la vue de découvrir quelque nouveau rapport entre les causes de ces différentes classes de phénomènes.

Notre but nous paraît plus loin : nous voulons démontrer que la cause magnétique est un des plus grands agens de la nature sur notre globe , ou du moins qu'elle est associée aux plus grandes causes qui agissent dans l'atmosphère. Nous aurons donc à la suivre dans les différens phénomènes auxquels elle participe, ou qu'elle gouverne en secret. Considérons d'abord comment s'exerce son action sur l'aimant.

CHAPITRE III.

COMMENT AGIT LE MAGNÉTISME SUR LES AIMAUS.

DÉJÀ l'on commence à renoncer à l'idée que la puissance magnétique soit une propriété intrinsèque de la pierre d'aimant, et que cette puissance soit en masse dans l'intérieur de la terre. Nous espérons démontrer de plus, que la *cause magnétique* est en dehors de la surface terrestre ; qu'elle est étrangère à tous les corps qui manifestent sa présence universelle ; que ces corps, aimantés ou non, lui servent seulement de véhicules, comme font les conducteurs pour l'électricité, comme un tube dirige l'écoulement d'un fluide, ou comme les bords d'un torrent dirigent son cours suivant leurs sinuosités.

On a opposé deux aimans, ou des aiguilles aimantées l'une à l'autre, et l'on a dit que le pôle *sud* de l'une repousse le pôle *sud* de l'autre, et qu'il attire son pôle *nord* ; on a cru voir ainsi que les pôles de même nom se repoussent, et que ceux de noms opposés s'attirent (1) : ces expressions non-seulement

(*) Quelques physiciens ont cru pouvoir nommer pôle *austral* de l'aiguille aimantée, son extrémité qui se dirige

ne définissent pas le phénomène que manifestent deux aimans mis en présence, mais encore elles ne peuvent qu'en donner une idée très-fausse.

Disons plutôt que la propriété d'un corps aimanté consiste en ce que l'une de ses extrémités, que l'on nomme pôle, se trouve appropriée à l'entrée du courant magnétique, et l'autre à sa sortie; et principalement, que toute sa longueur est appropriée à don-

au *nord*; et nommer pôle *boréal*, son extrémité qui se dirige au *sud*; disant que la terre est le grand aimant pour l'aiguille, qui est aussi un aimant, et qu'entre deux aimans, les pôles qui se portent l'un à l'autre, sont de noms différens: mais cette locution, contraire au sens naturel des choses, ne peut conduire à rien qu'à une confusion de termes et d'idées. Il faut considérer que si deux aimans sont situés bout à bout dans la direction magnétique et dans le même sens, leurs pôles de même nom sont orientés du même côté: par exemple, les deux lettres ainsi placées N—S, peuvent représenter la situation respective des pôles d'un premier aimant; N'—S' peuvent représenter de même les pôles d'un deuxième aimant; N"—S" ceux d'un troisième aimant, etc. Or, en mettant tous ces aimans sur une même ligne, suivant leur tendance magnétique, on aura N—S N'—S' N"—S", et on verra que S du premier est tourné en effet vers N' du second; mais en allant du premier au deuxième et au troisième, supposé que ce soit aller du *nord* au *sud*, on verra que toutes les extrémités S, S', S" de ces aimans, sont tournées vers le côté austral de la ligne; et c'est pour

ner cours à ce torrent dans cette même direction ; comme la trace d'un liquide sur une surface sert à diriger l'écoulement du même liquide, qui, sans cela, s'écarterait à droite et à gauche : en sorte que si vous mettez en présence deux corps aimantés, ils doivent tendre à se placer l'un et l'autre dans la direction magnétique du lieu et dans le même sens, s'ils sont librement suspendus : si l'un des deux seulement est mobile, il se rangera dans la direction magnétique factice de l'autre ; vous pouvez les considérer comme

cela que le pôle *sud* du premier est au *nord* du second, etc. ; car le but auquel il se dirige n'est pas uniquement en N', il est tout au long de la ligne, c'est-à-dire, sa tendance est la même que celle de la ligne magnétique ; et cette ligne, indéfiniment prolongée, représente la ligne terrestre du *nord* au *sud* : donc, l'extrémité de l'aiguille aimantée, tournée au *sud*, doit se nommer son pôle *austral*, et l'autre son pôle *boréal* : aussi la tentative contraire ne s'est pas soutenue.

Et encore, rapprochez ces trois aimans entr'eux, et faites-les joindre bout à bout, ils n'en formeront plus qu'un seul, dont le pôle *nord* sera en N du côté du *nord*, et le pôle *sud* en S" du côté du *sud* : l'aimant intermédiaire N'—S', qui fait partie de ce tout, vous figurera la position d'une aiguille aimantée par rapport au grand aimant terrestre, qui comprend tous les aimans partiels, et vous verrez que le *nord* N' de cette aiguille est celui qui est tourné vers le *nord* N du grand aimant.

étant le prolongement, la continuation l'un de l'autre sur cette direction ; ce qui fait que les pôles de même nom S, S', S'' d'autant d'aimans que vous voudrez, seront tous orientés du même côté, et iront à la rencontre du pôle de nom opposé de l'un à l'autre : comme si deux ou plusieurs hommes marchent à la suite l'un de l'autre du *nord* au *sud*, chacun d'eux voit le *sud* devant lui ; mais la face antérieure du dernier est tournée contre le dos de celui qui le précède, et ainsi de l'un à l'autre.

Examinons mieux qu'on ne l'a fait, ce qui se passe entre deux aimans dont les pôles de noms opposés sont mis en regard, nous verrons 1.^o qu'il n'y a qu'un seul cas où le pôle *nord* d'un barreau aimanté attire le pôle *sud* d'une aiguille aimantée, librement suspendue : c'est lorsqu'il lui est présenté tout-à-fait vers son extrême pointe *sud* ; mais dès que vous avancez le *nord* de l'aimant un peu au nord de cette pointe *sud*, hors du contact, vous voyez fuir devant lui la partie de l'aiguille qui en est le plus proche. Il en est ainsi sur tous les points du *sud* ou du *nord* de la longueur de l'aiguille, autres que son extrême pointe *sud*.

Comment ne pas voir en cela que la force magnétique est un courant qui s'élance vers l'aiguille, et qui, par le choc de ce mouvement, la pousse devant lui bien loin de l'attirer ? Dans la position que nous venons d'indiquer, l'impulsion est l'effet du courant magnétique, qui auparavant, dans l'état naturel, était latéral et parallèle à l'aiguille ; mais, par l'interposi-

tion d'un barreau aimanté (lorsque le pôle *nord* de celui-ci est amené au *nord* de l'extrémité *sud* de l'aiguille), ce courant est détourné par le barreau et envoyé de l'aimant à l'aiguille suivant la ligne la plus courte, qui est, dans ce cas, à-peu-près perpendiculaire à la longueur de cette aiguille : son action dans ce sens produit facilement l'impulsion de la partie de l'aiguille sur laquelle elle arrive, et lui fait décrire un arc autour de son centre de gravité; cette force factice étant plus grande que celle de la direction magnétique naturelle, et la suspension libre de l'aiguille facilitant ce mouvement autour de son centre.

Mais pourquoi cette impulsion devient-elle une attraction lorsqu'elle agit sur l'extrême pointe *sud* de l'aiguille ? Remarquez bien que, dans cette nouvelle position, la direction de la force magnétique, au sortir de l'aimant, ayant devant elle toute la longueur de l'aiguille, lui arrive comme le magnétisme naturel parallèlement à cette longueur : ce courant magnétique factice ne diffère donc du courant naturel que parce qu'il est plus fort. Et comme lui, il ne peut pas pousser l'aiguille tout entière hors de sa ligne de gravitation ; il ne peut que la ranger dans sa direction ; et c'est parce que toute l'aiguille, autant dans sa partie la plus éloignée de l'aimant que dans sa partie la plus proche, obéit à cette direction, que le pôle *sud* de l'aiguille se trouve amené au pôle *nord* de l'aimant : mais, comme on le voit, c'est encore par l'effet d'une impulsion contraire sur l'autre branche de l'aiguille, et non point par une attraction ;

c'est là une considération à ne pas négliger : il en sera encore question avec de nouvelles preuves.

2.^o Si au lieu du pôle *nord* vous présentez à l'aiguille aimantée le pôle *sud* du barreau, il ne repoussera que l'extrême pointe *sud*, et encore il ne le fera pas si vous le tenez au nord de cette pointe, et il attirera tous les autres points de l'aiguille auxquels vous l'approcherez ; c'est-à-dire que tous ces points sont portés vers lui, parce qu'ils se trouvent placés entre l'aimant et le courant magnétique naturel qui rencontre l'aiguille en se rendant au pôle *sud* du barreau : il faut donc que la partie de l'aiguille interposée entre le courant et son entrée sur le barreau, soit poussée vers celui-ci.

Il arrive même que l'extrême pointe *sud* de l'aiguille est poussée vers le pôle *sud* du barreau, alors que celui-ci est un peu à son *nord*, ce qu'elle ne peut pas faire s'il est situé à son *sud*, parce qu'elle ne peut pas remonter contre le courant magnétique interposé dans ce dernier cas entre elle et le barreau, et venant à elle : c'est le barreau qui lui serait amené s'il était mobile.

Faites vous-même les expériences que nous vous indiquons, avec un barreau aimanté et une aiguille aussi aimantée, suspendue par son milieu en inclinaison et en déclinaison, vous en conclurez comme nous : 1.^o que la force magnétique est un courant qui va du *sud* au *nord* (dans l'hémisphère *nord*), et qui, à la rencontre des aimans, les range dans sa direction s'ils sont mobiles comme une aiguille de bous-

sole; ou bien il est détourné par eux s'ils sont fixes; et il reprend sa direction naturelle après avoir suivi ces aimans dans leur sens. C'est ainsi que cette force tend à orienter, dans un même sens, tous les aimans que vous pouvez mettre en présence, parce que, sur chacun d'eux, elle va toujours de leur pôle *sud* à leur pôle *nord*.

Cette force d'impulsion produit la tendance d'un aimant à un autre, ou d'un aimant à un fer; et c'est en cela que consiste la force *d'attraction*. Ce que l'on appelle répulsion magnétique est ainsi improprement nommé, puisque c'est toujours une impulsion, la fonction d'un barreau aimanté étant toujours la même dans tous les cas.



CHAPITRE IV.

DIFFÉRENCE ENTRE UN CORPS AIMANTÉ ET CELUI
QUI NE L'EST PAS.

UN corps aimanté conduit toujours le magnétisme suivant le sens de son aimantation, quelle que soit sa position ou sa manière d'être orienté : le courant magnétique, à sa rencontre, quitte sa direction naturelle pour suivre celle de l'aimant ; ou bien, si celui-ci est léger et mobile, il est ramené dans le sens du courant magnétique, comme nous venons de l'exposer.

Un corps *non-aimanté* conduit aussi le magnétisme (sans doute moins amplement), mais c'est toujours dans le sens où il est orienté : le courant magnétique, à sa rencontre, ne se détourne point de sa direction naturelle ; il passe outre tout comme si ce corps n'existait pas ; mais si un barreau de fer est placé à-peu-près dans la direction magnétique du lieu, quoiqu'il ne soit pas aimanté, il fera la fonction d'un faible aimant ; il en est de même de tout objet vertical dans les hautes latitudes, comme l'a observé Hansteen : c'est une démonstration de plus de l'existence du courant magnétique.

En effet, si vous placez un barreau de fer *non-*

aimanté dans la direction magnétique du lieu, ou seulement dans la direction verticale, présentez à chacune de ses extrémités une aiguille aimantée, librement suspendue, vous verrez que, dans nos contrées, l'extrémité supérieure du barreau fera la fonction de pôle *sud* d'un aimant, elle attirera le pôle *nord* d'une aiguille supérieure ; ce qui vous montrera que le courant magnétique descend de l'aiguille supérieure au barreau : l'extrémité inférieure de ce barreau fera la fonction de pôle *nord*, elle attirera l'extrémité *sud* de l'aiguille inférieure ; ce qui vous montrera que le courant magnétique descend du barreau à cette aiguille : il a donc suivi la direction du barreau, en descendant dans toute sa longueur.

Dans cet état, le barreau n'est pas aimanté ; il est seulement un conducteur magnétique : car si vous le retournez sens dessus dessous, l'extrémité qui était en bas, et qui faisait la fonction de pôle de sortie (pôle *nord*), se trouvant en haut, fera la fonction de pôle d'entrée (pôle *sud* ou pôle supérieur) : vous savez qu'il n'en serait pas de même si ce barreau était aimanté ; chacune de ses extrémités ne ferait toujours qu'une de ces deux fonctions, quelle que fût sa position.

Mais si le barreau reste quelques momens ainsi placé entre deux aimans, il acquerra un commencement d'aimantation ; et avec un certain temps, il deviendrait un aimant, ce qui se fera plus promptement si, au lieu d'aiguille aimantée, on place un fort aimant en contact à chacune de ses extrémités ;

et encore en moins de temps si, dans cet état, l'on emploie un troisième aimant, que l'on promène sur le barreau quinze ou vingt fois, toujours dans le même sens avec frottement. C'est ainsi que l'on forme un aimant artificiel.

Il faut en conclure, 1.^o que le fer sans être aimanté est un puissant conducteur magnétique; 2.^o que le fer devient facilement un aimant, ce qu'il faut sans doute attribuer à sa qualité de conducteur magnétique; 3.^o que l'aimantation du fer est un effet de la continuité de l'action magnétique dans un même sens: c'est une espèce d'habitude contractée, un mouvement donné qui se maintient ensuite dans la même direction autant que les circonstances le permettent; comme une impulsion ou une projection donnée se continuerait toujours dans le même sens, si le corps qui l'a reçue ne rencontrait point d'obstacle ou de force contraire.

Quoique la faculté de contracter des habitudes soit plus spécialement attribuée aux animaux, que savons-nous si, chez eux, elles ne sont pas aussi causées par une suite d'impulsions physiques ou mécaniques dans le même sens? Et pourquoi douterions-nous que la matière même inanimée ne soit aussi susceptible de recevoir et de retenir les effets d'une impulsion habituelle, puisque l'habitude est une seconde nature? Ne voyons-nous pas les corps sonores, les instrumens de musique, devenir plus retentissans, et rendre des sons plus accordans, lorsqu'ils sont joués depuis plus long-temps? Tels sont surtout les violons.

L'habitude a plus de force chez les brutes que chez l'homme; plus dans les végétaux que dans les brutes : elle doit donc en avoir encore plus dans les choses qui ne croissent ni ne sentent. A mesure que l'on descend l'échelle des êtres, on trouve que l'habitude est plus invincible; elle est une espèce de *statu quo* qui se consolide par la durée.

De plus, la cause magnétique a quelque chose qui tient le milieu entre la matière inerte et la matière agissante; elle est douée en elle-même du mouvement; elle est une cause d'action : on ne peut donc lui refuser de produire des effets analogues à ceux de toute autre cause motrice. Elle heurte le fer, elle produit sur lui une vibration plus forte dans le sens de sa direction que dans tous les autres; et cette vibration favorise la rapidité de sa transmission; l'action de la même cause est continue et perpétuelle : on peut donc concevoir que le fer, après l'avoir éprouvée pendant assez long-temps dans une même direction pour que ses vibrations soient bien établies dans ce sens, continue encore à les exécuter dans le même sens, pendant quelque temps, après que sa situation a été changée, et après que, par ce changement, la commotion magnétique lui est arrivée latéralement. Au reste, ce sont là des faits plutôt que des explications de l'action magnétique sur le fer et sur les aimans.

Une autre différence consiste en ce qu'un aimant ou un corps aimanté attire le fer, et peut en tenir suspendue une certaine quantité; faculté qui n'a pas

lieu dans un corps non-aimanté. Comment cela se fait-il ?

Nous venons de voir que le fer et l'aimant sont des conducteurs magnétiques ; mais ils le sont à un degré différent : cette faculté est seulement commençante dans le fer ; c'est par elle qu'il adhère fortement à l'aimant lorsqu'il est mis en contact avec lui , parce que le magnétisme se porte avec force vers l'aimant, ce qu'il ne fait pas de même vers un fer non-aimanté.

L'aimant est pour le courant magnétique une espèce d'entonnoir , dans lequel le magnétisme ambiant se précipite. Si un fer est interposé au *sud* de l'aimant , le magnétisme pousse ce fer contre l'aimant en entrant à son pôle *sud* ; si le fer est transposé au *nord* , le magnétisme pousse l'aimant contre le fer en sortant à son pôle *nord*. C'est ainsi que , dans toutes les positions , il y a adhérence entre le fer et l'aimant lorsqu'ils sont mis en contact : ainsi est combattue la pesanteur perpendiculaire du fer ; elle est surmontée jusqu'à un certain point par la force magnétique horizontale ou oblique à l'horizon.

Ajoutez à cela qu'entre la surface de l'aimant et celle du fer qu'il tient en suspens , outre qu'il y a interruption de la force de gravitation , il se forme aussi un vide atmosphérique qui , s'il était parfait , augmenterait leur adhérence d'une force égale à la pesanteur de l'atmosphère sur la surface de jonction. On conçoit ainsi comment un aimant peut tenir en suspens un corps beaucoup plus pesant que lui : la force de la suspension doit être proportionnelle à la

grandeur de la surface en contact, au volume de l'aimant, et à sa perfection magnétique.

Maintenant, vous pouvez déjà vous rendre raison de tous les phénomènes qui se passent soit entre deux aimans, soit entre un aimant et un fer non-aimanté: toute la diversité que l'on a cherché à leur donner en variant les appareils, s'expliquera par l'action d'une force magnétique dont la tendance va (dans l'hémisphère *nord*) du pôle magnétique *sud* de l'aimant à son pôle magnétique *nord*; pourvu que l'on considère de plus la position respective des deux corps, soit entre eux suivant leur longueur, soit relativement à la direction magnétique du lieu.

Pour justifier et développer davantage cette pensée, nous allons entrer dans de nouveaux détails sur l'action magnétique,

CHAPITRE V.

DE L'ACTION DU MAGNÉTISME SUR LES AIMANS.

PAR l'aimantation d'une aiguille, on a établi sur elle la trace de l'écoulement magnétique suivant un certain sens; en sorte que si vous la suspendez librement par son centre, elle obéit au courant magnétique ambiant, qui la dirige suivant le sens dans lequel il agit; et si vous la détournez en la mettant plus ou moins en travers de ce courant, on conçoit aisément que celui-ci continuant de s'écouler par l'extrémité de l'aiguille, où est sa sortie, fait un poids sur cette extrémité, et l'entraîne dans son sens, ce qui rétablit l'aiguille dans la direction magnétique.

C'est aussi là ce qui se passe lorsque vous mettez en présence une aiguille aimantée et un autre aimant : l'un et l'autre sont des conducteurs magnétiques d'une manière obligée, suivant une seule de leurs dimensions. L'action du magnétisme sur l'un et l'autre, tend à ranger ces dimensions obligées en ligne de l'une à l'autre dans le même sens : celui des deux conducteurs qui sera le plus mobile obéira à l'autre; son extrémité *nord*, qui est la sortie magnétique, sera poussée en avant, ce qui amènera son extrémité *sud*, qui est l'entrée magnétique, vers le

débouché magnétique (pôle *nord*) de l'autre aimant ; car il faut que le courant magnétique poursuive son cours, étant toujours poussé en avant par sa nature : il surmonte l'obstacle, ou le cotoye ou l'entraîne ; comme si vous lancez un corps flottant allongé en travers d'un fleuve, le cours d'eau le dispose suivant le sens le plus favorable à son mouvement.

Si le courant magnétique rencontre à rebours une aiguille aimantée, et s'il est beaucoup plus puissant que l'aimantation de cette aiguille, sa grande rapidité le fera passer sur elle à contre-sens, et l'aiguille se trouvera aimantée à rebours : c'est ce qui arrive quelquefois par l'effet de la foudre (*) : c'est aussi ce que l'on obtient facilement en aimantant à rebours ; et c'est ce qui fait qu'une aiguille aimantée perd peu-à-peu son aimantation, lorsqu'au lieu d'être suspendue librement, elle est retenue dans une situation inverse à la direction magnétique du lieu.

A sa sortie du corps aimanté, le passage du cou-

(*) « Un bâtiment génois, qui faisait route pour Marseille, fut frappé par la foudre à peu de distance d'Alger : les aiguilles de boussole firent toutes une demi-révolution, quoique ces instrumens ne parussent pas endommagés ; et le bâtiment vint se briser sur la côte d'Afrique, au moment où le pilote croyait aller au nord. » (*Annuaire du bureau des Longitudes*, pour l'an 1816, page 138.) Voyez aussi les *Transact. Philos.*, n.° 127, page 647, et n.° 157, page 520.

rant magnétique sur des corps non-aimantés reste inaperçu, parce que toutes les extrémités de ces corps sont indifféremment aptes à son entrée aussi bien qu'à sa sortie ; mais il est constant que le courant magnétique se répand sans discontinuer sur tous les points de la terre et de l'atmosphère, suivant une direction qui lui est particulière, puisque partout où vous porterez une boussole, la direction de son aiguille s'établit d'elle-même dans cette direction magnétique ; et si vous l'en détournez, elle y revient dès que vous la laissez libre : la vitesse de la force qui l'y ramène, produit un certain nombre d'oscillations, comme fait la pesanteur pour le pendule.

Mettez plusieurs barreaux aimantés en contact suivant leur longueur ; que tous les pôles de même nom soient côte à côte ; les barreaux adhèrent fortement entre eux, et surtout vers les pôles de même nom : et c'est par un tel assemblage de barreaux aimantés, que l'on forme les aimans artificiels les plus puissans. On verrait leur puissance presque neutralisée, si on les assemblait en sens inverse les uns des autres : *il y a donc une erreur de principe à dire que les pôles de même nom se repoussent* ; il faudrait dire qu'ils tendent à s'orienter de même.

Si vous coupez en plusieurs parties de sa longueur un barreau aimanté, chacun des fragmens, quelle que soit sa longueur, deviendra un aimant complet ayant ses deux pôles, que nous nommons l'un l'entrée magnétique, l'autre la sortie ; tous les pôles de même nom seront orientés de même : donc la propriété magnétique du barreau, sur toute sa longueur, n'était

autre chose que l'aptitude à écouler le courant magnétique dans un sens de cette longueur, et non dans l'autre. C'est là, comme nous l'avons dit, ce qui le distingue surtout d'un corps *non-aimanté*; puisque tous les corps, sans être aimantés, sont plus ou moins conducteurs du magnétisme : mais ils le conduisent suivant la direction propre au magnétisme naturel du lieu, plutôt que suivant la leur.

Vous comprenez donc qu'en rompant en plusieurs fragmens un barreau aimanté, vous ne dérangez en rien sa faculté magnétique ; elle se trouve la même dans chacun de ses fragmens, sauf la division de la force de suspension proportionnelle au volume de l'aimant : la même facilité leur reste pour que l'écoulement magnétique se fasse dans un sens et non dans l'autre. Il en serait tout autrement si chaque pôle du barreau aimanté avait, comme on le dit, son magnétisme particulier, qui consisterait surtout à repousser le pôle de même nom d'un autre aimant : car le fragment de l'extrémité *sud* ne pourrait avoir dans ce cas que la propriété du pôle *sud* ; et l'on ne comprendrait pas comment il pourrait avoir le magnétisme du pôle *nord*, qu'il n'avait pas avant la fracture ; et comment, par conséquent, il serait encore un aimant. Il en faut dire autant du fragment de l'extrémité *nord* : il n'aurait que le magnétisme du pôle *nord*.

Voici l'expérience qui, au reste, avait déjà été faite par *Æpinus* et *Lemonnier* :

« *Expérience magnétique dans le but de jeter du jour sur le mode d'existence et le développement*

» du principe magnétique dans les corps ferrugineux,
» par W. Scoresby (*Biblioth. Univers.*, juillet 1825).

» Je pris un fil d'acier de dix pouces de long et
» d'un huitième de pouce de diamètre ; je l'entaillai
» en cinq endroits, jusqu'à moitié de son épaisseur,
» de manière à pouvoir le rompre aisément en six
» fragmens égaux ; après cela je l'aimantai forte-
» ment ; ensuite je rompis le fil à l'entaille la plus
» voisine du pôle *nord*, et je présentai le fragment
» ainsi détaché à une petite aiguille aimantée (posée
» sur son pivot), à une distance de six pouces : il
» produisit une déviation de 19° , et chacun des au-
» tres fragmens produisit, sur l'extrémité *nord* de
» l'aiguille, une déviation de 20 à 21° ; et présenté à
» l'extrémité *sud*, une déviation seulement de 4° à
» $4^{\circ} \frac{1}{2}$. »

Il demande d'où vient cette différence d'un pôle de l'aiguille à l'autre, qui a lieu de même avec le barreau entier. Nous verrons qu'elle diminue en approchant de l'équateur, et que la différence contraire a lieu dans l'hémisphère du *Sud* ; d'où l'on peut conclure que l'extrémité *inférieure* de l'aiguille aimantée, qui est toujours son débouché magnétique, est plus entraînée que l'autre : le poids ou l'effort du magnétisme y est plus grand, comme nous l'expliquons encore (*).

(*) Quant aux physiciens qui ont voulu persister à supposer un magnétisme différent à chacun des pôles d'un

Dans l'expérience ci-dessus, vous comprenez facilement que le barreau aimanté étant un conducteur magnétique, chaque segment que l'on en détachera

aimant, malgré les expériences d'Épinus et de Lemonnier, pareilles à celle que nous venons de citer, ils disent d'abord (HAY, *Traité élémentaire de Physique*, p. 84, tome 2) : « Les densités magnétiques étant très-consi-
» dérables vers les extrémités de l'aimant, décroissent en-
» suite rapidement, et deviennent presque nulles vers son
» milieu. » Puis ils ajoutent : « A en juger par les appa-
» rences, l'action de chaque moitié de l'aimant provient
» uniquement de la présence de son fluide particulier à
» l'état de liberté ; mais tout nous conduit à admettre une
» hypothèse très-heureuse de Coulomb. Elle consiste à
» regarder chaque molécule de fer comme un petit ai-
» mant, qui a son pôle *boréal* et son pôle *austral* égaux
» en force l'un à l'autre. Tous les petits aimans dont un
» barreau magnétique est l'assemblage, sont rangés sur
» différentes files parallèles à l'axe du barreau, de ma-
» nière que le pôle *boréal* de l'un est contigu au pôle
» *austral* du suivant. »

Il est évident que cette hypothèse n'est point assez *heureuse* pour expliquer comment les fragmens du milieu du barreau aimanté auraient autant et plus de puissance magnétique que ceux des extrémités ; tandis que dans le barreau entier, ils n'en auraient presque point possédé. Faut-il écouter ce qu'ils nous disent encore à ce sujet : « A l'instant même de la fracture de l'aimant,
» l'état de tout le système changera de manière à satis-
» faire aux conditions de l'équilibre, qui exige que tout

sera un conducteur analogue au tout : comme le segment d'un tube est encore un tube lui-même.

» soit semblable, de part et d'autre, à égale distance des » extrémités. » C'est à-peu-près comme s'ils nous disaient qu'à chaque fracture d'un barreau aimanté, il se fera un miracle en faveur de l'heureuse hypothèse ; puisque ce serait un changement total dans l'état et la nature des choses : ce serait apporter un fluide particulier là où il n'y en avait pas, sans en prendre ni en ôter là où il y en avait.

Au reste, l'hypothèse des petits aimans moléculaires, rangés à la file dans un aimant, reviendrait à reconnaître que l'action du magnétisme se transmet d'une molécule à l'autre de l'aimant dans toute sa longueur, et c'est tout ce que nous demandons pour le moment. Il en résulterait que la supposition de deux fluides contraires dans un aimant, ou plutôt dans chaque molécule de l'aimant, si elle n'est pas vide de sens, est au moins gratuite, sans aucun fondement, et en contradiction avec ce que l'on en attend : car deux forces opposées et égales se détruisant, il n'en résulterait rien. Ce n'est pas en réduisant en molécules discordantes les forces de la nature, que l'on fera comprendre l'immensité de leur action. Sommes-nous restés au temps des atômes et des monades, ou bien à celui où l'on ignorait encore la circulation du sang, et où l'on comparait son état à celui d'un liquide dans un pot ? Depuis lors, on en est venu à remarquer que tout ce qui est dans l'état qu'on appelle fluide, tend sans cesse à son déplacement, et que toute cause de mouvement est en mouvement elle-même.

CHAPITRE VI.

DES PERTURBATIONS AU COURANT MAGNÉTIQUE.

« **M.**ARRAGO a mis sous les yeux de l'Académie des
» Sciences de Paris, le lundi 7 mars 1825, un appa-
» reil au moyen duquel il fait tourner, par exem-
» ple, une plaque de cuivre avec une vitesse déter-
» minée sous une aiguille aimantée, renfermée dans
» un vase fermé de toute part : l'aiguille ne se tient
» plus dans sa position ordinaire, elle s'arrête hors
» du méridien magnétique, et d'autant plus loin de
» ce plan que le mouvement de rotation est plus
» grand ; et si ce mouvement est suffisamment
» prompt, l'aiguille, à distance de la plaque, tourne
» d'elle-même d'une manière continue autour du fil
» auquel elle est suspendue. » (*Biblioth. Univers.*,
juin 1825).

Tout ce que l'on peut conclure de cette expérience, c'est que le mouvement de rotation de la plaque se communique au magnétisme ambiant, jusqu'à l'aiguille aimantée, attendu que le vase qui renferme celle-ci ne forme point de solution de continuité au magnétisme universel ; et que si l'aiguille, qui est l'indicateur de la direction magnétique, obéit à ce mouvement circulaire, elle montre seulement que la direction magnétique, en ce lieu, est agitée en tourbillon par la cause dont il s'agit.

Et de tout ce qui précède il résulte que le magnétisme est une force comme celle d'un courant continu, que l'on peut dévier de sa direction naturelle par différens moyens ; or, on ne peut pas comprendre un courant sans comprendre en même-temps que d'un côté est son *amont*, et que du côté opposé est son *aval* : tels sont, ce que l'on appelle, pôle *sud* et pôle *nord* magnétiques.

M. . . . a aimanté un cercle métallique ; et dans cet état, il n'a pu découvrir où étaient ses pôles : il l'a ensuite coupé en deux segmens ou davantage, et dès lors chaque segment avait les deux pôles, dont un à chaque extrémité. On en trouvera facilement l'explication, en concevant que le magnétisme est un *courant* : car, pendant que le cercle était entier, son circuit n'ayant ni commencement ni fin, la fonction de ses différens points dépendait de sa position relativement au méridien magnétique du lieu. Par le procédé de l'aimantation du cercle, le courant magnétique, conduit par elle, a suivi toute la circonférence dans un sens continu : c'en est assez pour que la trace magnétique soit faite ; mais pour la fonction d'un aimant, il faut qu'il ait deux extrémités : l'une pour l'entrée magnétique en *amont*, l'autre pour la sortie en *aval*. Il faut donc couper le cercle ; alors chacun de ses segmens ayant ses deux extrémités ouvertes, donnera un libre écoulement au courant magnétique, ce qu'il ne pouvait faire lorsque ces extrémités étaient fermées dans le cercle : car un aimant est un tuyau d'écoulement magnétique.

CHAPITRE VII.

COMMENT SE FORMENT LES AIMANS NATURELS.

Nous avons dit comment un barreau de fer devient aimanté. Par le contact réitéré d'un aimant, il devient lui-même un autre aimant, que l'on nomme *artificiel*. Mais sa propriété acquise ne diffère en rien de celle de l'aimant *naturel* : nous sommes donc fondé à conclure, que, dans l'aimant naturel, cette propriété lui vient aussi par acquisition, et qu'elle lui est seulement accidentelle : nous verrons en effet qu'un aimant naturel peut, comme un aimant artificiel, perdre et reprendre sa propriété, et comment cela se fait.

D'abord, nous voyons comment la nature fait des aimans à la surface terrestre : ce sont aussi des aimans naturels, quoiqu'ils ne soient pas de la pierre d'aimant. Partout où il se trouve du fer qui soit depuis long-temps dans une situation fixe, à-peu-près dans le sens de la direction magnétique du lieu, ou seulement dans la situation verticale aux latitudes qui excèdent 45° , ce fer devient un aimant ; car son extrémité qui a été en haut devient son *amont*, (son pôle magnétique *sud* dans l'hémisphère *nord*).

Son extrémité opposée est devenue son *aval* (pôle

nord), comme dans l'hémisphère de *sud*, l'*aval* serait le pôle *sud*. Toutes les croix anciennes sur les clochers, toutes les tringles ou les bandes de fer fixées depuis long-temps dans nos maisons, sont devenues des aimans; elles en ont les deux pôles: la propriété magnétique y est plus ou moins établie, suivant que leur situation a été plus ou moins conforme à la direction magnétique du lieu en *déclinaison* et en *inclinaison*, et suivant la durée de cette situation (*). Une épée ordinairement tenue dans la direction à-peu-près verticale, la poignée en haut, ne manquera pas de posséder à sa pointe la propriété de pôle magnétique inférieur (*nord*, dans l'hémisphère du Nord.)

Voilà comment la nature fait des aimans partiels

(*) « M. le chevalier de Lamanon ayant examiné les » fers employés dans tous les vaisseaux qu'il a vus dans » le port de Brest en 1785, a trouvé que tous ceux qui » étaient placés verticalement, avaient acquis la vertu » magnétique. Il faut un assez long temps pour que cet » effet se manifeste dans les fers qui sont gros et courts, » moins de temps pour ceux qui sont épais et longs, et » beaucoup moins pour ceux qui sont longs et menus. » (Buffon, *Traité de l'Aimant*, page 127.)

« Une verge de fer longue et menue, rougie au feu, » et ensuite plongée perpendiculairement dans l'eau, acquiert en un moment la vertu magnétique. » (*Idem*, page 157.) « Une aiguille ainsi aimantée ne serait cependant pas si précise que celle qu'on aimante en la pas-

à la surface de la terre. Aurait-elle des moyens différens pour ceux qu'elle fait en masse sur les mines de fer ? mais rien ne distingue la propriété des uns, de celle des autres, si ce n'est la différence dans l'intensité, dans la force, laquelle est l'effet du temps : il faut donc que les uns et les autres de ces aimans soient les effets d'une même loi de la nature.

Si le fer est la substance la plus capable de servir de véhicule ou de conducteur à l'écoulement du magnétisme, comme il le fait aussi pour le calorique et pour l'électricité, un corps ferrugineux qui aura servi à l'écoulement magnétique suivant un certain sens, et pendant un certain temps, sera nécessairement devenu plus capable de cette fonction dans ce même sens que dans tout autre ; et il conservera cette faculté jusqu'à ce qu'elle lui soit ôtée par des moyens

» sant vingt ou trente fois sur le pôle d'un aimant bien
» armé. » (*Idem.*)

Léopold Vacca a pris une barre de fer de trois pieds de long à-peu-près ; elle ne donne aucun signe de magnétisme tant qu'elle est dans une situation horizontale : mais elle en donne de très-sensibles lorsqu'on la place verticalement.

Une lame d'acier que l'on frotte plusieurs fois, et toujours dans le même sens, contre l'extrémité inférieure de cette barre, pendant qu'elle est située verticalement, acquiert du magnétisme : d'où il conclut que l'on peut aimanter un corps sans aimant naturel ou artificiel (*Biblioth. Britann.*)

contraires : c'est là un des faits les plus incontestables du magnétisme terrestre ; et l'on sait avec quelle facilité on aimante une aiguille d'acier, en passant sur elle, plusieurs fois d'un bout à l'autre, et *toujours dans le même sens*, un aimant qui lui transmet le courant magnétique. Elle conserve ensuite cette propriété, et l'acquiert plus amplement, suivant qu'elle est tenue habituellement dans la direction magnétique du lieu, direction qu'elle prend d'elle-même si elle est librement suspendue ; au lieu que dans une position contraire, elle perd avec le temps la propriété magnétique.

De tout cela, il résulte bien clairement que le courant magnétique n'émane pas plus de l'aimant, que l'électricité n'émane de la machine électrique qui lui sert de conducteur ; et sans doute il n'émane pas non plus du globe terrestre.

On est déjà désabusé de l'opinion où l'on a été long-temps, que la tendance magnétique était une résultante de l'influence collective de toutes les substances ferrugineuses magnétiques qui font partie de notre globe, et qui y sont inégalement réparties. On sait maintenant que tous les corps de la nature remplissent plus ou moins la même fonction, et notamment ceux qui sont debout, quelle que soit leur matière, comme les arbres, les tours, les colonnes, etc. (*) (Voyez page 50.).

(*) On trouve dans le nord de l'Europe, à droite du chemin qui conduit de Baireuth à Hof, une montagne

Les assises de pierres, qui sont devenues des aimans dans l'intérieur de la terre ou à sa surface, sont nécessairement celles qui, convenablement ferrugineuses, se sont trouvées en outre dans des positions favorables; comme d'être en colonnes à-peu-près verticales dans les hautes latitudes, telles que celles de la Suède; et l'on peut augurer que dans ces pays les mines d'aimant annoncent que les filons métalliques se

magnétique très-remarquable : voici une notice de ce qu'en dit M. de Humboldt (*Annales de Chimie*, mars 1824.)

« Le Heideberg, montagne polarisante magnétique, »
 » près de Zell, s'élève au milieu d'un vaste plateau, à la »
 » pente nord-ouest du Fichtelgebirge, à huit lieues de »
 » distance de la ville de Baireuth; sa direction va du sud- »
 » ouest au nord-est; plus exactement N., 60° E sur 1200 »
 » toises de longueur.

» Ce n'est pas l'intensité du magnétisme du Heideberg, »
 » ce sont la distribution et le parallélisme de ses axes »
 » magnétiques qui fixent l'attention du physicien. J'avais »
 » observé, dit M. de Humboldt, lors de la première dé- »
 » couverte de son magnétisme, que les pôles *nord* étaient »
 » tous placés à la pente S. E, et les pôles *sud* à la »
 » pente N. O. »

Nous dirons que cette direction des axes magnétiques est celle que prendra l'aiguille aimantée partout où vous présenterez un aimant vertical au-dessous de la pointe S d'une boussole : vous verrez la pointe N y arriver, et *vice versa*.

Il y a donc lieu de croire qu'en creusant le Heideberg au contour de sa partie S E, suivant la verticale, on trouverait une colonne verticale de substance ferrugineuse.

Le parallélisme de tous les axes magnétiques de cette

prolongent en profondeur; tandis que dans des latitudes comme celles de la Corse, et plus au sud, elles doivent s'éloigner davantage de la verticale. Aussi voit-on que dans le royaume de Siam (*), où la direction magnétique du lieu approche de l'horizontale, sur deux mines d'aimant très-proches l'une de l'autre, celle dont la couche est la plus horizontale et dirigée du nord au sud suivant sa longueur, avec peu de largeur, possède la propriété magnétique beaucoup plus que la mine voisine, qui s'étend plus d'orient en occident que du midi au nord, et qui a plus de hauteur et de largeur. L'aimant qui nous vient des Indes est celui qui jusqu'à présent paraît avoir obtenu la préférence.

montagne, est remarquable en ce qu'il est conforme à la tendance du magnétisme terrestre, considéré dans des espaces peu éloignés. On peut en conclure que le magnétisme du Heideberg est une aimantation produite avec le temps par le magnétisme terrestre, entraîné vers une colonne ferrugineuse locale; et l'on peut assurer que la direction de ces axes magnétiques variera avec le temps, comme la direction du méridien magnétique de la contrée voisine.

(*) « Il y a deux mines d'aimant dans le royaume de » Siam, dans une montagne à laquelle elles paraissent » comme attachées; elles semblent être divisées en deux » roches qui, apparemment, sont réunies sous terre: la » grande, qui s'étend d'orient en occident, peut avoir » vingt-quatre ou vingt-cinq pas géométriques de long,

Et si des circonstances comme celles-là n'étaient pas nécessaires pour que des pierres devinssent des aimans, pourquoi toutes les mines de fer n'auraient-elles pas la *polarité* qui constitue la propriété magnétique? pourquoi ne sont-elles pas des aimans, puisqu'elles sont toutes susceptibles de le devenir (*)? car le physicien peut toujours dire : « Donnez-moi » du fer ou une substance ferrugineuse, et j'en ferai

» et quatre ou cinq de large ; dans sa plus grande hauteur elle a neuf ou dix pieds : la petite, qui est au nord de la grande, dont elle n'est éloignée que de sept à huit pieds, a trois toises de long, peu de hauteur et de largeur ; elle est d'un aimant bien plus vif que l'autre : elle attirait avec une force extraordinaire les instrumens de fer dont on se servait, et l'on ne pouvait en détacher aucun morceau. On tira de la grande mine quelques bonnes pierres. Ses pôles, autant qu'on en put juger par les morceaux de fer qu'on y appliqua, regardaient le midi et le septentrion. » (*Hist. gén. des Voyages*, tome 9, page 206 et 245 ; et *Traité de l'Aimant*, par BUFFON, pag. 98.)

(*) On a trouvé que toute mine de fer donnait quelque indice de polarité. M. Haüy dit à ce sujet : « Nous avons pris une petite aiguille peu aimantée, semblable à celles dont on garnit les petites boussoles à cadran. Dès cet instant, toute mine de fer devint aimant entre nos mains ; les cristaux de l'île d'Elbe, ceux du Dauphiné, de Framont, de l'île de Corse, etc., repoussaient un des pôles de la petite aiguille par le même point

» un aimant ; » et même depuis les expériences de Coulomb, en l'année 1801, comme d'après celles qui se font de nos jours à Paris, en Italie, et dans plusieurs contrées de l'Allemagne, le physicien dirait : « Donnez-moi une substance quelconque, et j'en ferai » un aimant plus ou moins exact ; mais le plus puissant sera celui d'acier. »

» qui attirait le pôle opposé. Nous avons trouvé peu d'exceptions ; et peut-être les corps qui sont dans ce cas ont-ils perdu leur magnétisme depuis qu'ils ont été retirés de la terre ? Ce qui peut le faire présumer, c'est la facilité avec laquelle ils acquièrent les pôles, lorsqu'on les met en contact seulement une ou deux secondes avec un barreau d'une force moyenne. » (HAUY, *Traité élémentaire de Physique*, tome 2.^e, § 821, page 124.)

Ces expériences montrent que toutes les mines de fer peuvent devenir des aimans, mais qu'elles diffèrent toutes quant au degré auquel elles ont acquis naturellement cette propriété, ou au moins son commencement.

CHAPITRE VIII.

QUE LA SOURCE MAGNÉTIQUE EST DANS L'ESPACE.

LES physiciens qui ont suivi l'opinion de Descartes, pensaient que le globe terrestre était en grand ce qu'un aimant est en petit; que le fluide magnétique circulait continuellement d'un pôle à l'autre; en sorte que le tourbillon formé par ce fluide suivait la courbure du globe, et déterminait l'aiguille aimantée à s'incliner vers un pôle ou vers l'autre, à mesure que l'on s'écartait de l'équateur.

A l'égard de la déclinaison, on essayait de l'expliquer en supposant que les pôles du tourbillon magnétique ne coïncidaient pas avec ceux du globe, mais s'en écartaient d'une certaine quantité.

Quant aux variations successives de la déclinaison et de l'inclinaison magnétiques, on supposait une variation analogue dans l'axe du tourbillon magnétique.

On sait que Descartes prétendait aussi expliquer, par des tourbillons, le mouvement des différens corps de notre système planétaire; mais la découverte des lois de la gravitation universelle, par Keppler et Newton, a fait comprendre comment les mouvemens

des corps célestes sont l'effet de leur balancement mutuel de gravitation, ce qui a dissipé les tourbillons planétaires.

On a cru dès-lors devoir renoncer aussi au tourbillon magnétique: on a cherché à appliquer au magnétisme les lois d'une gravitation vers un centre particulier; on a considéré le globe terrestre pris dans toute son étendue, comme un aimant unique dont la force est la somme de toutes celles qu'exercent les molécules qui le composent. Mais pourquoi la résultante de cette somme est-elle différente sur tous les points de la surface terrestre? d'où vient la complication de la déclinaison et de l'inclinaison magnétiques, et surtout leurs variations successives? on ne peut en donner aucune explication par cette dernière hypothèse.

Nous avons dit que le courant magnétique ne vient point de la terre, qu'il n'est point produit par les influences de ce globe, mais qu'il est une résultante des forces magnétiques répandues dans l'espace. En effet, considérez qu'aucun point connu de la terre (excepté sans doute les pôles) ne possède long-temps une direction magnétique exactement la même; il en change pour ainsi dire continuellement: celle qu'il avait le matin est déjà remplacée par une autre le soir; la différence est peu sensible d'une journée à l'autre, elle fait même un retour pendant une partie de l'année; mais, après une année révolue, la direction magnétique est définitivement remplacée par une autre, et ne peut revenir sur le même point ter-

restre qu'après une assez longue période de siècles. Il est donc évident que les directions magnétiques des différens points de la terre n'appartiennent pas plus à ce globe que l'horizon d'un homme qui marche n'appartient à cet homme : celui-ci ne peut pas emporter avec lui ni le plan ni le cercle horizontal dont il était le centre et dont il s'éloigne ; mais à chaque pas qu'il fait, il passe à un nouvel horizon qui lui présente en avant des objets nouveaux ; tandis que d'autres, en arrière, se sont dérobés à la portée de sa vue, parce que ces objets sont hors de lui.

Tel est aussi le magnétisme à chaque point terrestre : sa direction est une résultante des forces magnétiques dans un certain rayon ; et non-seulement cette résultante est différente à chacun des points terrestres, mais encore, à cause du mouvement de la terre dans l'espace : chacun de ses points passe successivement d'un rayon ou d'un horizon magnétique à un autre, dans un temps donné, dont nous aurons à rechercher la durée.

Mais auparavant jetons, s'il se peut, quelque nouveau jour sur la question tant controversée, et déjà à-peu-près résolue, de savoir si la cause des phénomènes que l'on appelle magnétisme terrestre, ne serait pas aussi celle de l'électricité, du galvanisme, et même du calorique.

CHAPITRE IX.

DE L'IDENTITÉ DE LA CAUSE MAGNÉTIQUE AVEC LA CAUSE ÉLECTRIQUE.

SI nous avons déjà démontré que la cause magnétique doit être répandue dans l'atmosphère comme la cause électrique, nous aurons peut-être vaincu la plus grande difficulté qui naissait de l'erreur ancienne et accréditée, que la cause magnétique serait cachée dans l'intérieur de la terre; tandis que l'électricité divague dans l'espace. Et comment avait-on pu admettre cette singulière distinction de deux sources opposées, pour des phénomènes qu'il est plus naturel d'expliquer par une seule, puisqu'ils ont tant d'analogie; qu'ils se produisent dans les mêmes milieux ou par les mêmes intermédiaires? (Par exemple, le fer est le plus puissant conducteur électrique; il est aussi le meilleur conducteur magnétique.) Il en est arrivé qu'en multipliant et variant inutilement les causes supposées, on a multiplié nécessairement la confusion des idées.

Mais dans l'état actuel des connaissances sur cette question, au lieu de demander quelles sont les ana-

logies ou les similitudes entre ces deux classes de phénomènes, il serait plus naturel de demander quelles sont leurs différences, et comment on peut les expliquer: la question ainsi réduite serait mieux posée, et par conséquent plus facile à saisir dans son ensemble.

L'électricité, direz-vous, est la foudre elle-même; c'est la flamme la plus subtile et la plus impétueuse: elle produit une vive lumière lorsqu'elle passe d'un corps à un autre, et la violence de son choc n'est comparable qu'à celui de l'explosion de la poudre à canon. Qu'y a-t-il de semblable dans les paisibles mouvemens d'oscillation en inclinaison et en déclinaison de l'aiguille aimantée, et dans les attractions de l'aimant?

Nous pouvons répondre d'abord par une autre comparaison. Un torrent qui rompt les digues contre lesquelles il était accumulé, n'est pas plus comparable au faible filet d'eau d'une petite source cachée sous l'herbe: l'un et l'autre sont pourtant des portions visibles d'un même élément, mais des portions très-inégales: chacun d'eux agit suivant sa masse. Or, si l'intensité de la cause électrique accumulée par la rencontre des nuages, diffère autant de celle qui correspond à l'aiguille aimantée, faut-il s'étonner que ces deux phénomènes diffèrent de même?

Avec une machine électrique, vous accumulez la cause électrique sur un cylindre métallique isolé; ensuite vous lui présentez un corps obtus non-électrisé: c'est un véhicule que vous approchez à l'élec-

tricité surabondante du cylindre. Celle-ci rompt alors la digue atmosphérique qui la retenait, et s'élance comme un torrent auquel un nouveau lit est ouvert. Cette rupture de la couche atmosphérique intermédiaire par le choc électrique, produit une vive lumière scintillante, et un claquement comme celui d'un petit fouet : mais changez le mode de transmission électrique, et, au lieu d'un corps obtus, présentez au récipient électrique la pointe d'une aiguille bien déliée, elle soutirera lentement l'électricité, qui s'y écoulera sans choc, sans bruit, et sans étincelle sensible; et comme c'est là le cas le plus ordinaire dans la nature, on peut donc dire que l'électricité se comporte ordinairement comme fait la cause magnétique lorsqu'elle passe d'un aimant à un autre : aussi, quoique nous soyons sans cesse dans une sphère électrique, toujours en circulation, et toujours variant d'intensité, nous ne nous en apercevons pas.

Le mouvement de la cause magnétique est aussi muet; mais il se fait apercevoir par la direction qu'il donne à l'aiguille aimantée; et la même direction paraît avoir lieu aussi pour l'électricité, comme on l'a remarqué dans les expériences faites à cet égard (*).

(*) « M. Georges Schmidt (dans la description de ses
» machines électriques, Berlin, 1778,) 1.^o assure que
» toutes les aiguilles d'oscillation qu'il a préparées pour
» ses machines électriques, ont acquis par l'électricité une
» force magnétique, sans qu'elles eussent été préalable-

Il faut aussi remarquer que dans l'aimant la cause magnétique n'est point accumulée; elle est seulement dirigée sans aucun moyen coercitif d'augmentation: sa force, que l'on nomme tantôt intensité,

» ment passées sur l'aimant: elles indiquaient néanmoins
» toujours la direction du méridien.

» 2.^e Il a souvent fait d'une lame de laiton ronde une
» étoile à dix pointes, au milieu de laquelle il a appli-
» qué une chape, afin de la pouvoir placer sur un style
» pour l'électriser. Au premier tour de plateau, l'auteur
» s'aperçut dans l'obscurité qu'il n'y avait que deux rayons
» de l'étoile, ceux qui étaient les plus proches du nord et
» du sud, qui présentaient un écoulement de fluide élec-
» trique; et que de plus, en électrisant fortement, on
» pouvait à peine observer une lumière sensible aux huit
» autres rayons. M. Schmidt remarque qu'il interrompit
» l'expérience et la recommença plus de dix fois, et que
» l'effet fut toujours le même. » Van-Swinden, qui rap-
» porte cette expérience, ajoute « qu'il la trouva si singu-
» lière qu'il l'a répétée lui-même, et l'a trouvée réelle-
» ment ainsi, au grand étonnement de tous ceux qui
» étaient présents.

» Une autre expérience consiste à présenter à un con-
» ducteur électrique, ou à tenir sur le centre d'un élec-
» trophore, des boules très-légères de moelle de sureau,
» suspendues à des fils: l'électricité les fait mouvoir dans
» le plan du méridien. »

(Sans doute qu'en y regardant de plus près, on verrait
que le mouvement de ces boules se fait dans le plan du
méridien *magnétique*.

tantôt force attractive, reste dans son état naturellement uniforme ; sa proportion est celle de la capacité conductrice.

On est d'accord que la force attractive se montre aussi dans les phénomènes électriques ; on dispute seulement sur sa disproportion, en disant que l'aimant peut soutenir de très-grands poids, mais que l'ambre ou les corps électriques n'attirent que des corps légers.

Cependant « si deux carreaux électriques, armés » seulement sur une de leurs faces, sont appliqués » l'un sur l'autre par la surface non-armée, et si on » les charge ensuite d'électricité comme s'ils ne faisaient qu'un seul carreau, ils adhèrent l'un à l'autre avec une très-grande force, et ils peuvent soutenir un certain poids.

» Si l'on frotte l'un contre l'autre des bas de soie, » leur cohésion est étonnante ; elle surpasse quelquefois vingt, quarante, et même quatre-vingt-dix fois le poids de ces bas. » (*Analogie de l'Electricité et du Magnétisme*, par VAN-SVINDEN, t. 1.^{er}, p. 261.)

La cohésion, qui a lieu par l'électricité ; se fait entre des corps non-conducteurs ; on l'obtient par deux moyens différens, dont l'un consiste à diminuer leur électricité naturelle, comme cela se passe dans les bas de soie que l'on frotte ensemble : ce frottement dissipe une partie de leur électricité naturelle, et ensuite, si on les joint l'un à l'autre, l'électricité ambiante, qui tend à s'y rétablir, les presse l'un contre l'autre, comme le magnétisme appuie le

fer contre l'aimant. L'autre moyen, qui revient au même, consiste à rétablir entre deux corps la quantité d'électricité naturelle qui leur manque, ou à l'augmenter : c'est ce que l'on fait en chargeant d'électricité les surfaces de deux plateaux électriques appliqués l'un contre l'autre. L'effet de ces deux moyens de cohésion doit cesser lorsque ces deux moyens cessent, et que l'équilibre est rétabli entre l'électricité naturelle de ces corps, et l'électricité extérieure.

On comprend pourquoi l'électricité ne produit pas de même la cohésion entre des corps conducteurs d'électricité ; car, pour la cohésion entre deux corps, il faut une continuité d'impulsion de l'un vers l'autre : or, entre deux corps conducteurs, dont l'un est électrisé, l'autre non, cette impulsion n'a lieu que pendant la communication électrique, dont la durée ne survit pas à celle de l'étincelle qui la manifeste : ce n'est qu'un choc dont l'effet cesse aussitôt la cause cessante. Enfin, lorsque le phénomène électrique a cessé par l'équilibre, le magnétisme reste ; et ses phénomènes lui succèdent : c'est - à - dire, que les corps qui faisaient fonction de conducteurs *électriques*, sont réduits à la fonction de conducteurs *magnétiques* ; et ces deux fonctions ne diffèrent pas par leur nature, mais seulement par leur degré.

En effet, si une aiguille que vous présentez, non-aimantée, au conducteur électrique, devient aimantée par cette communication, ne reconnaitrez-vous pas que le conducteur électrique fait, dans ce cas,

la fonction d'un aimant, et que la cause électrique est aussi une cause magnétique (*)? Or, on sait (voyez les expériences déjà citées de GEORGES SCHMIDT, page 87), que toutes les expériences faites à cet égard ont eu pour résultat l'aimantation de l'aiguille plus ou moins complètement, suivant que l'aiguille en expérience a été tenue plus ou moins exactement dans la direction magnétique du lieu en déclinaison et en inclinaison; et cette direction, pour l'aimantation par l'électricité, est bien remarquable, en ce qu'elle est conforme au procédé de la nature, qui rend magnétique toute tige située à-peu-près dans la direction magnétique du lieu en déclinaison et en inclinaison; que si la nature agit en cela plus lentement, il est des cas où elle agit aussi tout d'un coup :

(*) « On est parvenu à alimenter des barres d'acier en » tirant des étincelles par le bout opposé à celui qui rece- » vait l'électricité, ou seulement en les électrisant; mais » par cette dernière manière, il faut électriser plusieurs » heures de suite. » (BUFFON, *Traité de l'Aimant*, p. 42.)

Remarquez que l'électricité aime plus promptement lorsqu'on tire des étincelles, c'est-à-dire lorsqu'on fait sortir l'électricité par un bout à mesure qu'elle entre par l'autre. Donc, pour qu'un barreau fasse fonction d'aimant, il faut qu'il écoule le magnétisme toujours inépuisable; et il ne faut pas qu'il renferme deux fluides magnétiques contraires dans chacune de ses molécules, comme on l'a bizarrement supposé.

c'est lorsqu'elle accumule ses moyens électriques, comme il arrive dans les coups de foudre.

Ne devons-nous pas en conclure, 1.^o que la cause électrique se porte naturellement dans la direction magnétique du lieu, puisque c'est dans cette direction qu'elle opère le mieux l'aimantation : cette direction, commune à l'électricité et au magnétisme, est d'ailleurs un fait mis en évidence par les expériences de SCHMIDT, dont nous avons fait mention page 87;

2.^o Que les aimans naturels sont aussi des effets de la cause électrique, et que par conséquent, les phénomènes magnétiques et les phénomènes électriques sont des effets analogues, produits par une même cause dans un degré différent d'action et d'intensité, ou dans des circonstances différentes.

Nous avons fait quelques expériences pour voir si l'aimantation que l'on obtient aussi du soleil avait quelque chose de particulier (*) : nous avons trouvé

(*) Maintenant on a trouvé que l'on peut aimanter une aiguille en la soumettant à l'action d'un rayon solaire concentré par une lentille à l'orifice d'une chambre obscure ; ainsi la lumière solaire est elle-même une cause magnétique. On fait des expériences pour reconnaître si cette propriété se manifeste plus particulièrement dans les rayons les plus réfrangibles, tels que le bleu et le violet ; mais enfin, voilà qu'on a trouvé du magnétisme dans la lumière solaire, et l'on ne dira pas que cette cause magnétique vienne du centre de la terre.

que l'on peut aimanter de même par l'action calorifique des charbons ardents et par celle du soleil ; et que le pôle supérieur d'un tel aimant est toujours celui par lequel l'action magnétique lui est arrivée. Voici l'énoncé de ces expériences, et il est très facile de les vérifier.

Prenez une aiguille de bas en acier non-aimanté ; attachez à son point d'équilibre un fil de soie, à plusieurs brins, non-filé ; bronzez une des extrémités de cette aiguille, en la chauffant sur des charbons et lui donnant une faible trempe : vous la tenez pendant cette opération par l'autre bout, votre main étant seulement garantie par un gant. Cette extrémité bronzée devient son pôle *sud*, et lorsque vous suspendez l'aiguille dans une cage vitrée qui la préserve de l'action de l'air, elle se range dans le plan magnétique : elle est donc aimantée.

Vous obtiendrez le même effet si, au lieu de chauffer au feu l'aiguille, vous l'exposez au plein soleil dans une situation verticale, pendant une ou deux journées dans le fort de l'été ; l'extrémité qui aura été en haut sera son pôle *sud* : ainsi la chaleur et la lumière sont aussi des causes magnétiques.

CHAPITRE X.

COMMENT SE PRODUIT LA FOUDRE.

LORSQUE l'électricité produit la foudre, elle est associée à des substances qu'elle a dilatées dans le sein des nuages ; la force expansive de ces vapeurs s'est augmentée par l'action calorifique de l'électricité, au point de se faire jour en rompant la nuée qui les enveloppait : de là vient le choc irrésistible et destructeur qu'elle exerce sur les objets qui se trouvent sur son chemin. On a l'exemple d'une force analogue dans les machines à vapeur, où la force expansive est si ingénieusement gouvernée et utilisée ; et encore plus dans l'explosion de la poudre à canon, à laquelle nulle autre force n'est égale, à cause de la promptitude de son développement.

Il faut donc distinguer la cause électrique d'avec la foudre, qui est bien un de ses effets, mais qu'elle ne peut produire seule : la matière de la foudre est dans les substances gazeuses que la cause électrique met en œuvre.

On a cru remarquer que l'électricité, qui vient ordinairement d'en haut, s'élève aussi quelquefois de

la terre aux nuages ; mais sans doute il ne s'élève d'électricité qu'une très-petite partie, enveloppée et entraînée par les vapeurs ascendantes qui feront la matière de la foudre : aussi, lorsque la terre est sèche, et que par cette raison il s'en élève peu de vapeur, les nuages, quelque orageux qu'ils soient, ne produisent point de tonnerre ; on en voit seulement sortir des éclairs sans bruit : c'est l'électricité pure qu'ils échangent entr'eux, ou avec l'atmosphère. Il paraît que les vapeurs de la mer n'en produisent aucun temps ; car les navigateurs, sur le grand Océan Pacifique, connaissent qu'ils approchent des continens lorsqu'ils entendent gronder le tonnerre (*). Ce bruit doit autant leur être agréable qu'il est effrayant pour les pasteurs et pour un grand nombre des habitans des continens. La proximité des terres, ainsi annoncées, est pourtant quelquefois une assez grande distance que les nuages ont parcourue : on a remarqué aussi, dans nos climats, et surtout aux rivages de la mer, que les nuages orageux qui portent la foudre et la grêle, ne viennent jamais par les vents des rhumbs de mer, mais seulement par ceux de terre (Voyez le *Compte rendu des travaux de la*

(*) (Voyez les *Voyages dans l'Océan Pacifique.*) « La pluie vint encore nous incommoder ; mais comme elle fut précédée d'éclairs et de tonnerre, on la reçut avec plaisir, parce qu'on est persuadé qu'ils annoncent le voisinage des terres. » (*Voyage de Gemelli Carreri, dans le trajet de Manille à Acapulco.*)

Société d'Agriculture, Sciences et Belles-Lettres de Mâcon, de l'année 1825 (*) .

(*) Les glaces même ne se forment en mer, à ce que l'on croit, que dans les baies et les enfoncemens des terres, dont elles se détachent ensuite. En voici des témoignages tirés d'un voyage très-récent au pôle sud. « Je suis con-
 » vaincu, dit M. Weddell, que le capitaine Cook avait
 » raison lorsqu'il conjecturait que la glace ne se forme
 » point en pleine mer, mais qu'elle provient toujours de
 » quelque côte plus ou moins éloignée. Il hésita pourtant
 » dans cette opinion, après avoir trouvé une plaine conti-
 » nue de glaces dans le 70.^{me} degré de latitude, au nord du
 » détroit de Behring; mais je ne puis m'empêcher de croire
 » que cette glace même provenait de quelque terre située
 » plus au nord, peut-être à moins de cent cinquante
 » milles de distance. Ce qui donne à cette conjecture un
 » haut degré de probabilité, c'est la circonstance remar-
 » quable qu'à 74° 15' de latitude sud (latitude équiva-
 » lente pour le froid, suivant l'opinion reçue, à 84° 15' de
 » latitude nord), je trouvai la mer parfaitement ouverte;
 » et aussi loin que la vue pouvait s'étendre, on n'aper-
 » cevait pas le plus petit îlot de glace; tandis qu'à 61° 30'
 » de latitude, et à cent milles de la terre Sandwich du
 » Sud, je fus complètement pris par les glaces. Le 10 fé-
 » vrier 1823, au point du jour (entre latitude 65° et 68°),
 » nous crûmes voir la terre, nous fîmes force de voiles,
 » et nous reconnûmes que ce n'était qu'une île de glace,
 » dont une partie était recouverte de terre noire, prove-
 » nant d'un rivage dont elle s'était détachée. » (*Voyage
 vers le pôle sud*, par M. WEDDELL, en 1822, 1823, 1824,
 pour se procurer des peaux de phoque; extrait de la
Bibl. univ., février 1826.)

Ainsi, dans la composition et les effets de la foudre, l'électricité se borne à la fonction de calorique; ce qui conduit à penser que le calorique et l'électricité, et le magnétisme, sont dus à une même cause, dans des circonstances différentes: et en effet, ces trois choses diffèrent moins entr'elles que l'eau ne diffère d'elle-même dans ses trois états différens, qui sont la glace état solide, l'état liquide, et l'état de vapeur.

Enfin l'électricité, le magnétisme et le calorique, ou leurs phénomènes, sont analogues sous leurs plus grands rapports; et s'ils diffèrent sous quelques moindres rapports, c'est, 1.^o lorsqu'ils s'exercent sur des corps de nature différente; 2.^o lorsque les moyens qui sont employés pour les produire diffèrent aussi. Et il ne s'en suit point que leurs causes soient différentes, comme ces circonstances: car le même agent produit nécessairement des effets différens sur des substances différentes. Par exemple, l'action du feu, sur le silex, peut l'amener à l'état liquide par la fusion; tandis qu'elle ne pourra que réduire en poudre la pierre calcaire. Les phénomènes de la nature sont nombreux et compliqués par la diversité des êtres de la création; mais les causes qui les produisent sont simples et en petit nombre.

Revenons au magnétisme: nous pouvons maintenant en donner une définition plus précise; et pour cela, faisons un résumé de ce que nous en avons dit.

CHAPITRE XI.

RÉSUMÉ DES PHÉNOMÈNES QUI SE RAPPORTENT AUX AIMANS.

JUSQU'ICI nous avons considéré ce qui se passe entre plusieurs aimans ; nous devons y remarquer surtout :

1.^o Qu'il se fait un changement de pesanteur, soit absolu, soit réciproque, des corps sur lesquels agit le magnétisme, et que cette action se passe suivant une certaine direction. Vous voyez, en approchant un fer d'un aimant, que leur tendance réciproque va jusqu'à surmonter la pesanteur de l'un des deux, puisque l'autre peut le tenir suspendu par le seul moyen de la tendance magnétique; ce qui indique évidemment l'action d'une force autre que la pesanteur, et agissant dans un sens différent.

Nous ne parlons pas de *répulsion* magnétique, nous n'en apercevons point. Les physiciens qui l'ont admise disaient que les pôles magnétiques de même nom se repoussent : nous avons montré qu'il y a en cela une illusion qui vient de ce que deux aimans mis en présence tendent à s'orienter de même ; car c'est toujours leur tendance qui agit, soit directe-

ment, soit réciproquement : cette cause commune dispose leur extrémité *nord* vers le nord de leur alignement, et leur extrémité *sud* vers le sud de cette ligne. Quel que soit le nombre des aimans mis en présence, s'ils sont libres, il est évident qu'ils doivent obéir semblablement tous, et suivant un même sens, à cette tendance commune, comme s'ils faisaient partie d'un même tout, soit qu'il reste entre eux une distance, soit que cette distance étant moindre puisse être franchie, et qu'il survienne contact et cohésion entr'eux par l'action de cette tendance. On ne peut voir en tout cela qu'une force d'impulsion, et nous ne saurions y trouver aucun cas de répulsion : comme lorsqu'on met un poids dans un des bassins d'une balance, expliquerait-on bien le mouvement de descente que ce poids lui donne, si l'on disait qu'il a repoussé l'autre bassin vers le haut ? ne serait-ce pas dire les choses dans l'opposé de ce qu'elles sont ?

2.^o La cause de l'impulsion magnétique, comme toute force agissant sur un mobile, n'appartient point à l'aimant qui manifeste sa présence en obéissant à son action : elle appartient encore moins au globe terrestre, puisque ses rapports avec ce globe varient sans cesse.

Examinons ces rapports.

CHAPITRE XII.

DU MAGNÉTISME DU GLOBE.

CONSIDÉRÉE par rapport au globe, la cause magnétique, que l'on nomme magnétisme terrestre, se montre, avons-nous dit, comme une force d'impulsion agissant dans le sens indiqué par l'aiguille aimantée : nous aurons en cela à considérer sa direction et sa variation suivant les lieux et les temps, et à déterminer les rapports de ces variations.

Nous aurons aussi à examiner la variation de son intensité, c'est-à-dire, les différens degrés de sa force aux différentes latitudes terrestres.

Jetons un premier coup-d'œil sur l'état des choses, en allant de l'équateur aux pôles terrestres. On voit bien qu'il existe quelque rapport entre l'inclinaison de l'aiguille aimantée et les latitudes; et que ce rapport éprouve une variation par les longitudes : ainsi, pour déterminer les différens degrés de l'inclinaison magnétique, la question paraît se réduire à ces deux

rapports, que nous avons indiqués dans le Mémoire préliminaire.

On voit aussi que la cause magnétique exerce une force centrifuge, qui est totale à l'équateur magnétique; or, comme nous l'avons dit, une telle cause ne peut pas être dans l'intérieur de la terre; elle ne peut pas davantage être dans la surface de ce globe: il faut nécessairement qu'elle en soit détachée, puisqu'elle se transporte sans cesse de l'orient à l'occident: aussi elle ne perd rien de son action par les hauteurs, ou lorsqu'on s'élève dans l'atmosphère. Cette cause est donc dans l'espace, et s'étend beaucoup au-dessus des hauteurs auxquelles on a atteint. Si elle ne variait que suivant les latitudes, on pourrait être tenté de la prendre pour un effet de la force centrifuge produite par le mouvement de rotation du globe, et luttant contre une tendance au centre; mais sur chaque parallèle de latitude, à commencer par l'équateur terrestre, elle varie sur tous les points de longitude en *déclinaison* et en *inclinaison*; et son rapport avec ces longitudes et avec ces latitudes, marche constamment à l'ouest. La trace de chaque degré d'inclinaison magnétique forme, sur la surface terrestre, une courbe à plusieurs courbures, analogue à celle de l'équateur magnétique; et à mesure que l'on s'éloigne en latitude, on peut aisément remarquer que les traces des degrés de l'inclinaison magnétique sont moins obliques aux parallèles de latitude, dont elles se rapprochent de plus en plus, ce qui doit continuer jusques aux pôles terrestres, où toute différence doit

disparaître (*). Voyons d'abord l'état des choses à l'équateur.

(*) On avait imaginé deux pôles magnétiques : l'un par latitude 70° à 75° *nord* en Amérique, vers la longitude 115° *ouest* de Paris. Ce serait sur l'île Melville, où l'on est parvenu depuis lors ; mais les expéditions récentes du capitaine Franklin, par terre, et du capitaine Parry, par mer, dans ces contrées boréales, à la recherche du passage *nord-ouest*, ont anéanti cette vaine supposition : on ne trouvera pas de pôle magnétique hors des pôles terrestres.

CHAPITRE XIII.

DU MAGNÉTISME A L'ÉQUATEUR TERRESTRE.

EN considérant la cause magnétique dans les régions équatoriales, nous sommes sur le terrain des plus grands phénomènes que la nature déploie par-dessus notre globe : leur zone s'étend d'un tropique à l'autre, c'est-à-dire, à tout l'espace où le soleil s'élève jusqu'à la ligne verticale. Dans ce grand foyer des éléments, la température en permanence est une chaleur souvent étouffante la nuit comme le jour ; les pluies sont des torrens ; les vents sont des ouragans qui, quelquefois, renversent tout sur leur passage ; l'électricité qui les accompagne, ou qui les excite, laisse des traces irrécusables de sa puissance partout où il y a du fer : elle va jusqu'à tordre et rompre les barrières les plus solides de ce métal. Se pourrait-il que la force magnétique ne fût pas aussi au *maximum* de sa force dans les mêmes lieux ? Considérez qu'entre les tropiques, l'abondance des pluies, la grande violence des ouragans et des nuages électriques qu'ils transportent, montrent que la direction des vents et de l'électricité est rapprochée de l'horizontale dans ces contrées, plus que dans les latitu-

des plus hautes ; la direction magnétique est dans le même cas : vous trouverez donc que le magnétisme et l'électricité ont en cela une similitude bien plus fortement démontrée que ne peuvent le faire connaître toutes les expériences au pouvoir des hommes. C'était bien ainsi qu'en jugeait Buffon : « Malgré ses » variations, dit-il, le magnétisme est encore assu- » jéti à la loi générale, qui porte et dirige la marche » du fluide électrique de l'équateur aux deux pôles : » pouvons-nous douter que le magnétisme ne soit » une modification de l'électricité, sans laquelle il » n'existerait pas ? » (*Traité de l'Aimant.*)

C'est aussi à l'équateur, où les variations diurnes du baromètre sont les plus grandes ; leur dimension se réduit de latitude en latitude ; et au parallèle de Königsberg, par latitude $54^{\circ} 42'$ N., elle n'est plus que $1/20.$ ^e de celle qu'on observe à l'équateur (*).

Tous les phénomènes atmosphériques prennent leur entier développement dans les régions équatoriales, et se réduisent à zéro aux pôles : le froid qui règne aux régions polaires est l'absence, le *zero* extrême de la température.

(*) A Payta, sur les côtes du Pérou, par latit. $5^{\circ} 6'$ S., M. Duperrey a observé la variation diurne du baromètre de 3 millim. 40 ; à Königsberg, suivant MM. Sommer et Bissel, 0 20. (*Voyages aux régions équinoxiales, par MM. de Humboldt et Bonpland.*)

CHAPITRE XIV.

DE L'INTENSITÉ MAGNÉTIQUE.

CEPENDANT les physiciens, obligés de rejeter les différentes hypothèses successivement imaginées et ensuite démenties par les faits, pour expliquer les variations du magnétisme terrestre, ont demandé que l'on fit des observations par lesquelles on examinerait de quel côté la force magnétique va en décroissant.

« Il serait à souhaiter, disait l'astronome Lemonnier, (*Lois du Magnétisme*, 1776), que sur les lignes des plus grandes déclinaisons, comme celles où nous nous trouvons actuellement à Paris et à Londres, on s'assurât si la force du courant magnétique est plus grande que sur les lignes sans déclinaison.

« Nous savons mesurer la force magnétique par la durée en minutes et secondes des arcs parcourus par une même aiguille : il ne serait donc pas inutile que les plus instruits des navigateurs voulussent bien se charger de celles de ces comparaisons qui seraient à leur portée, pour nous faire enfin connaître si le magnétisme s'affaiblit en s'approchant des termes où cesse la déclinaison. »

On a suivi ces avis; les observateurs ont tourné leurs espérances du côté de la vitesse des oscillations que fait l'aiguille aimantée pour reprendre sa position lorsqu'on l'en a détournée, et ils ont appelé *intensité magnétique* la force indiquée par ces oscillations.

M. de Humboldt a encore rendu sur ce point un service remarquable à la science, en ce qu'il est le premier qui ait fait les observations désirées d'une manière comparative à de grandes distances : d'abord dans le voyage scientifique qu'il a fait en Amérique, de 1799 à 1803, dans lequel il a révélé tant de connaissances diverses; et ensuite dans son voyage de Berlin à Naples, avec M. Gay-Lussac, du 15 mars 1805 au 1.^{er} mai 1806.

Voici un résumé de ce que l'on trouve au sujet des observations magnétiques du premier de ces deux voyages, dans le *Journal de Physique* de frimaire an XIII :

« Muni d'une excellente boussole d'inclinaison ,
» (dont l'aiguille a trois décimètres de longueur,
» construite par Lenoir, pour le bureau des Longitu-
» des), M. de Humboldt, dans son voyage en Améri-
» que, a fait pendant trois ans plus de trois cents
» observations sur l'inclinaison de l'aimant, et sur
» l'intensité des forces magnétiques : cette boussole,
» qui donnait lors du départ à Paris 245 oscillations
» en 10 minutes de temps, n'en a plus donné au Pé-
» rou que 211; le nombre des oscillations a toujours
» diminué en s'approchant de l'équateur magnétique,

» et toujours augmenté en s'éloignant vers le Nord,
» dans l'espace de 30° de latitude où il a fait ses
» observations, depuis latit. 7° , 01' *sud* jusqu'à 23°
» *nord* sur 33° de longit.

» Dans cette dernière latitude, et depuis *Mexico*,
» le nombre des oscillations commençait à être à-
» peu-près égal à celui de Paris. »

On en a conclu, suivant l'opinion dont on était encore convenu, que l'intensité des forces magnétiques augmente en allant de l'équateur aux pôles terrestres.

Les apparences ont été en faveur de cette opinion; mais nous sera-t-il permis de la discuter et de présenter les motifs que nous avons de soutenir, au contraire, que la force magnétique *diminue* en allant de l'équateur aux pôles? Une opinion erronée a pu être reçue sans examen, et nous verrons comment on a pu être entraîné dans celle-là sans défiance, parce qu'on a négligé de s'assurer si les lois de la pesanteur sont applicables au magnétisme.

A chaque pas que nous faisons pour pénétrer dans les phénomènes magnétiques, nous trouvons dans

Nota. — Dans quelques exemplaires du deuxième Mémoire sur les Variations magnétiques, les pages 107 à 124 présentent une autre rédaction, qui doit être remplacée par celle-ci.

ce que l'on en a dit, une erreur ou une inexactitude à combattre : nous n'avons adopté cette tâche qu'après y avoir longuement réfléchi ; et maintenant que nous y sommes engagé, il ne faut plus reculer devant les obstacles ; des hommes beaucoup plus savans que nous peuvent s'être trompés sur des apparences, n'ayant pas pu sacrifier assez de temps à les scruter profondément : ils nous pardonneront donc d'employer le produit des longues et continuelles méditations que nous avons concentrées sur un même sujet, à modifier leurs premiers aperçus, et à développer l'application de leurs travaux d'observation.

Abordons la question : il y a deux manières d'observer la vitesse des oscillations que fait l'aiguille aimantée pour revenir à sa direction après qu'on l'en a détournée : l'une s'établit dans le plan *vertical*, au moyen de la boussole d'inclinaison ; l'autre dans le plan *horizontal*, au moyen de la boussole de déclinaison. M. de Humboldt a employé la première méthode en Amérique, et la seconde en Europe. Les résultats de l'une de ces deux méthodes seraient contradictoires avec ceux de l'autre, si l'on tirait de la première la conclusion que nous allons combattre dans ce chapitre ; mais nous espérons démontrer que ces deux méthodes d'observation concourent à présenter en résultat, comme nous le soutenons, la diminution de l'intensité des forces magnétiques en allant de l'équateur aux pôles.

On a assimilé les oscillations de l'aiguille aimantée à celles d'un pendule ; mais ce n'était là que

faire une supposition sans la vérifier : c'était admettre une similitude sans confrontation des choses. La même loi régit-elle les unes et les autres ? nous avons déjà donné des raisons d'en douter : c'est au moins avoir montré la nécessité d'étudier davantage une hypothèse à laquelle il a manqué d'avoir été mise en question.

Voici d'abord la théorie du pendule dans laquelle on veut confondre celle de l'aiguille aimantée.

« Quelle que soit l'étendue que l'on donne à l'oscillation du pendule, le temps qu'elle emploie reste toujours le même ; c'est seulement sa vitesse qui est différente : de telle sorte que le temps employé par le pendule à descendre jusqu'à la ligne verticale, est toujours égal à celui pendant lequel le même corps, s'il tombait verticalement, parcourait une ligne de longueur double de celle du rayon d'oscillation. Ainsi c'est la longueur du pendule qui détermine le temps que dure son oscillation.

» La cause de cette oscillation est la gravitation : son mouvement devient plus lent en approchant de l'équateur, d'où l'on a conclu que la gravitation diminue de même. De plus, on démontre que le rapport de cette variation consiste en ce que les gravitations qui sont diverses en des lieux différents, sont entr'elles comme les carrés des nombres des oscillations d'un même pendule en un temps donné. » C'est sur ces principes qu'est fondée la théorie d'un des moyens employés pour dé-

terminer la figure de la terre, comparativement avec la figure sphérique.

Ainsi, dans les expériences du pendule aux différentes régions, on ne compare que le *nombre* des oscillations en un temps donné, sans égard à leur *étendue*, qui est toujours compensée par la *vitesse*. Cette propriété des mouvemens du pendule se retrouve-t-elle dans les oscillations de l'aiguille aimantée ? c'est à l'expérience seule à en décider, puisque c'est un point de fait qu'elle seule peut faire connaître. Nous allons la consulter.

« On a découvert que l'aiguille d'inclinaison vient verticale, si l'on place son axe dans le plan du méridien magnétique, c'est-à-dire si l'aiguille se trouve dans le plan perpendiculaire à ce méridien. Cette propriété donne un moyen que l'on emploie maintenant pour connaître, même avec la seule boussole d'inclinaison, la position du méridien magnétique. » Nous verrons plus loin qu'elle doit nous conduire encore à de plus grandes conséquences dans la question qui nous occupe.

Nous pouvons déjà remarquer que l'inclinaison augmente dans le plan perpendiculaire, tandis que la force magnétique y diminue, sa composante horizontale étant détruite; et au pôle même du magnétisme terrestre, l'aiguille devenant aussi verticale, que peut-on en conclure autre chose, sinon qu'il suffit pour cela du *minimum* de la cause magnétique ? Remarquez encore que, dans leur ensemble, les tendances magnétiques des différens points de la surface

terrestre ne sont point dominantes en nombre du côté de la verticale, puisqu'elles ne parviennent à cette direction que sur deux points, qui sont les deux pôles magnétiques, l'un *nord*, l'autre *sud*; et qu'au contraire elles sont horizontales sur toute la courbe de l'équateur magnétique, qui est même plus grande qu'un grand cercle, à cause de sa double courbure. Cette considération suffirait, si l'on en manquait d'autres, pour avertir qu'il paraît y avoir plus de force magnétique à l'équateur qu'au pôle, attendu que c'est la tendance horizontale qui est l'attribut dominant et distinctif du magnétisme.

M. Legentil paraît être le premier qui ait observé les phénomènes magnétiques dans le plan perpendiculaire; et voici comment il s'en explique dans son voyage aux Mers de l'Inde, en 1766.

« Lorsque je plaçais la boussole d'inclinaison dans
» un plan perpendiculaire à la ligne magnétique,
» au lieu de la tenir dans cette ligne comme on le
» doit, l'aiguille devenait *verticale* sans pouvoir ja-
» mais se fixer à 90° , mais elle faisait des balancemens continuels de plus de 10° de part et d'autre
» de 90° .

» Lorsque l'aiguille n'avait plus d'inclinaison (c'est-
» à-dire sur l'équateur magnétique), ce fut un autre
» phénomène: si je tournais la boussole comme ci-
» devant dans la ligne *est* et *ouest* de l'aimant, l'ai-
» guille restait horizontale, mais sans devenir fixe;
» elle avait alors des balancemens de plus de 20°
» de part et d'autre.

» Si je continuais de la tourner jusqu'à dépasser
» d'un quart seulement la ligne *est* et *ouest*, l'ai-
» guille se renversait et reprenait sa position hori-
» zontale ; et si je voulais la faire tourner conti-
» nuellement, il n'était question que de faire mou-
» voir tant soit peu la boussole à droite et à gauche
» de la ligne *est* et *ouest*, d'un quart au plus de
» chaque côté : l'aiguille ne cessait, pendant ce
» mouvement, de tourner comme un moulinet. »

Dans ces expériences, on devait s'attendre à la tendance verticale que prend l'aiguille lorsqu'on la range dans un plan perpendiculaire à celui du magnétisme ; car on peut toujours représenter la force magnétique, aussi bien que toute force oblique quelconque, par la diagonale de deux forces, l'une horizontale, l'autre verticale. Or, dans le plan perpendiculaire au magnétisme, la composante horizontale est empêchée par les points d'appui qui supportent l'axe de l'aiguille ; en sorte que la composante verticale seule peut s'exercer librement. Les efforts dans le sens horizontal, glissent contre la direction verticale de l'aiguille, et, en s'y décomposant, ils ne peuvent produire que des oscillations sur cette verticale.

Mais ce qu'il y a de plus remarquable, c'est 1.^o que l'étendue des oscillations magnétiques est double à l'équateur magnétique, de ce qu'elle est à quelque latitude au-dessus. Cette différence a été observée entre les tropiques : elle serait sans doute beaucoup plus grande à de plus hautes latitudes.

2.^o La force magnétique se trouve en telle énergie à l'équateur magnétique, qu'elle renverse entièrement l'aiguille pour rétablir ses pôles dans leur sens magnétique, lorsqu'on les en a détournés un peu plus d'un quart de cercle; et ce renversement continue de se reproduire comme celui d'un moulinet, aussi longtemps qu'on veut y donner lieu. De pareils effets ne se montrent pas ailleurs qu'à l'équateur magnétique ou à sa proximité; et comme ils sont le *maximum* du produit de la force magnétique, on n'en trouvera hors de là qu'un diminutif toujours plus petit à mesure qu'on s'éloignera en latitude.

Si le nombre d'oscillations que fait l'aiguille aimantée est cependant moindre sur l'équateur magnétique qu'il ne l'est à d'autres latitudes, il doit vous paraître évident que ce nombre n'est pas la mesure de la force qui les produit; il est seulement un de ses élémens auquel vous devez ajouter celui de leur étendue dans un temps donné, c'est-à-dire que vous devez compter la somme des étendues de ces mouvemens: comme pour estimer la force employée par un homme qui marche, on comptera le chemin qu'il aura fait en un temps donné; on ne s'en tiendra point au nombre de ses pas.

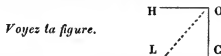
Faites osciller dans un plan vertical quelconque une aiguille aimantée suspendue librement en inclinaison et en déclinaison, vous reconnaîtrez bientôt que les grandes oscillations emploient sensiblement plus de temps que les petites; de là vient que leur nombre est moindre à mesure que leur étendue aug-

mente; de là vient aussi que, pour comparer les grandes aux petites, il faut mesurer leur étendue aussi bien qu'il faut compter leur nombre. On ne peut donc pas dire de ces oscillations, « que les for- » ces magnétiques qui déterminent les oscillations » de l'aiguille dans un plan quelconque, sont entre » elles comme les carrés des *nombre*s d'oscillations » faites dans le même temps. » Ce principe, qui est celui de la gravitation, s'exerçant sur le pendule, n'est point applicable au magnétisme universel s'exerçant sur l'aiguille aimantée.

Nous avons déjà dit, (page 44) que les lois de la gravitation ne sont pas celles de l'aimant: nous pouvons maintenant montrer qu'en ne faisant pas la distinction que nous établissons entre ces deux sortes d'oscillations, on tombe dans une supposition diamétralement opposée aux actes de la force magnétique.

En effet, il s'ensuivrait finalement que, sur l'équateur magnétique, les oscillations devraient se réduire à zéro dans le plan perpendiculaire (*); tandis que,

(*) Voici les conséquences de la supposition :



Soient H O C le plan magnétique qui passe par la verticale O C ; O L la direction de l'aiguille située dans ce

dans le fait, c'est là où elles sont les plus grandes, comme on le voit par les expériences de Legentil.

Il faut donc reconnaître d'abord qu'en s'éloignant de l'équateur magnétique, la grandeur des oscillations de l'aiguille aimantée diminue, et que l'augmentation de leur nombre ne compense point la déperdition de leur étendue. Enfin l'on ne saurait refuser d'en conclure que *l'intensité magnétique* diminue aussi bien que l'étendue des oscillations de l'aiguille en allant de l'équateur magnétique aux pôles.

Mais comment établir et démontrer dans quel rap-

plan ; O II une horizontale : l'angle L O II sera l'inclinaison de l'aiguille que nous désignerons par I. Si l'on nomme F la force magnétique totale qui agit suivant O L, la partie de cette force qui agit suivant O C, sera F . sin I.

Ceux qui jugeaient des oscillations de l'aiguille comme de celles du pendule, disaient (*Journal de Physique*, frimaire an XIII) : Désignant par M le nombre d'oscillations faites en dix minutes de temps dans le méridien magnétique, et par P le nombre d'oscillations aussi faites en dix minutes dans le plan perpendiculaire, on aura la proportion $\frac{F \cdot \sin I}{F} = \frac{P^2}{M^2}$ d'où l'on tire $P^2 = M^2 \cdot \sin I$.

Mais il s'ensuivrait qu'à l'équateur magnétique, on ne devrait plus trouver d'oscillations, on aurait $P^2 = \text{zéro}$, puisque sin I y serait *zéro* ; c'est-à-dire que cette équation donnerait précisément le contraire de ce que montre l'expérience. Elle repose donc sur un principe faux, qui est la supposition de similitude des oscillations.

port se fait cette variation de l'intensité magnétique ? nous ne pouvons l'espérer que par une investigation plus exacte des propriétés qui peuvent distinguer plus particulièrement l'action magnétique.

Il s'agit de trouver une expression de cette force dans ses résultats ; nous remarquerons que l'inclinaison est le moins irrégulier de ses phénomènes, et que cette modification dans sa tendance nous paraît distinguer le plus la cause magnétique de toute autre cause : pénétrons plus avant sur cette indication.

Depuis que les observations de Legentil ont mis sur la voie des phénomènes magnétiques dans un autre plan que le plan magnétique, on a découvert dans l'inclinaison magnétique une autre propriété au moyen de laquelle on peut observer cette inclinaison dans toute direction, sans connaître le plan magnétique. (*Voyez la Phys.-Méc.* par FISCHER, de Berlin, traduite par M. Biot.) Cette propriété, qui n'avait pas encore été remarquée avant Fischer, à ce qu'il croit, est énoncée comme il suit :

« Si l'on a observé les inclinaisons de l'aiguille
 » dans deux plans verticaux quelconques, mais per-
 » pendiculaires l'un à l'autre, le carré de la tangente
 » de l'inclinaison à la verticale, dans le plan magné-
 » tique, est égal à la somme des carrés des deux tan-
 » gentes des inclinaisons à la verticale observées
 » dans les deux plans respectivement perpendicu-
 » laires. »

Remarquons d'abord que nous pouvons exprimer cette équation comme il suit : *la cotangente de l'in-*

clinaison à l'horizon, dans le plan magnétique, est égale à la diagonale du parallélogramme construit sur les cotangentes des deux inclinaisons observées dans deux plans perpendiculaires l'un à l'autre.

Remarquons de plus que ce parallélogramme de l'inclinaison magnétique est aussi celui des forces magnétiques dans quelque sens qu'on les envisage; car personne ne niera que la force magnétique varie avec son inclinaison; et si l'on peut établir un parallélogramme qui exprime le rapport des inclinaisons magnétiques observées dans des plans différens d'une même station, c'est uniquement parce que l'on a pu trouver pour élémens de ce parallélogramme ceux qui représentent la force magnétique dans les mêmes cas, ou au moins qui lui sont proportionnels. Or, puisque les composantes de ce parallélogramme sont les cotangentes des inclinaisons, il s'ensuit que les forces magnétiques sont entr'elles en rapport avec ces cotangentes dans les différens plans où on les considère; et ce rapport revient à ce que, dans le plan magnétique, la force magnétique représentée par la diagonale, est *comme la cotangente de l'inclinaison dans ce plan* (*).

(*) Lorsque nous comparons entr'elles les inclinaisons magnétiques observées dans des plans différens, c'est comparer les différens états suivant lesquels la force magnétique se montre dans ces divers plans. Or, l'angle d'inclinaison se peut représenter par sa cotangente, qui en est une expression; et puisque les inclinaisons sont en-

Ainsi donc, à l'équateur magnétique, avec l'inclinaison zéro, on trouvera la force magnétique à son *maximum*, tandis qu'au pôle elle est à son *minimum*, et comme *zéro* (*). (Voyez un tableau de cette diminution au verso de la page suivante).

tr'elles dans un rapport donné par leurs cotangentes, nous pouvons dire que les forces magnétiques, dans des plans différens, sont entr'elles dans le même rapport que ces cotangentes.

Voyez la figure, page 115.

Ainsi, dans le plan magnétique qui passe par la verticale OC , soit F la force magnétique totale qui agit suivant OL ; soit I son angle d'inclinaison $HO L$ dans ce plan; on aura, suivant l'équation trouvée par Fischer ... $F = \cotang I$; car les deux droites respectivement perpendiculaires HO , OC , peuvent aussi représenter les cotangentes des inclinaisons dans deux plans respectivement perpendiculaires: et puisque leur diagonale est la cotangente de l'inclinaison dans le plan magnétique, cette diagonale $OL = F = \cotang I$.

Telle est l'expression de l'intensité magnétique; et si l'on veut connaître l'état de ses composantes, l'une horizontale, que nous désignerons par H , l'autre verticale, que nous désignerons par V , on aura:

$$\begin{aligned} H &= F \cdot \cosin I = \cotang I \cdot \cosin I = \frac{\cos I}{\sin I} \\ V &= F \cdot \sin I = \cotang I \cdot \sin I = \cosin I \end{aligned}$$

(*) Car cette force est en rapport direct avec l'inclinaison à la verticale, laquelle est *zéro* au pôle: elle est, par conséquent, en rapport inverse avec l'inclinaison à l'horizon.

« Dans les derniers voyages au long cours, »
» M. Weddell au sud (*), et le capitaine Parry au »
» nord, ont vu diminuer l'action magnétique sur l'ai- »
» guille aimantée, à mesure qu'ils s'élevaient en »
» latitude ; de sorte que, par latitude 75° , le compas »
» était devenu inutile pour la navigation. »

C'est pour obvier à ce grave inconvénient de la contenance faible et chancelante de la direction magnétique dans les hautes latitudes, que les physiciens ont imaginé différens appareils pour isoler davantage la boussole d'avec les métaux du navire.

Maintenant, après les démonstrations que nous avons données, et après les observations concordantes dans les mers polaires du Sud, comme dans celles du Nord, doutera-t-on encore que l'intensité de la force magnétique diminue en allant de l'équateur magnétique aux pôles ? Pour le vérifier, il reste encore un moyen expérimental, c'est de porter un aimant à différentes stations, depuis l'équateur jusqu'aux plus hautes latitudes, et d'éprouver combien le poids que cet aimant pourra supporter par sa force attractive sera plus grand par une latitude que par une autre.

(*) Voyage vers le pôle sud, pendant les années 1822, 1823, 1824, contenant une exploration de la mer antarctique, jusqu'à 74° de latitude, par M. WEDDELL.

*TABLEAU des Inclinaisons magnétiques, observées
des Forces magnétiques qu'elles indi-*

DÉTAIL DES OBSERVATIONS.				
LIEUX des OBSERVATIONS.	LATITUDES.	LONGITUDES de Paris.	INCLINAISONS	
1	2	3	CENTIGRADE.	SEXAGÈS.
	<i>Sud.</i>	<i>Ouest.</i>		
Guayaquil.	2° 13'	82° 11'	95 ^d » ¹	10° 46'
	<i>Nord.</i>			
San-Carlos.	1 54	69 58	22 60	26 20
San-Fernando . . .	4 3	70 51	29 70	26 44
Atures.	5 38	70 19	32 25	29 1
Calabozo	8 56	70 10	38 70	34 50
Cumana	10 27	66 30	45 65	39 17
Acapuleo	16 50	102 9	45 20	38 54
Scpernanilio . . .	18 20	101 51	46 10	41 50
Mexico	19 25	101 25	46 85	42 10
Queretaro.	20 36	102 30	47 85	43 4
Guanaxuato. . . .	21	103 15	48 75	45 52
Valence.	39 28	2 45	71 27	64 9
Madrid	40 25	6 2	75 67	68 6
Guadarama. . . .	40 39	6 29	75 5	65 45
Cambrils.	40 55	1 35	71 27	64 9
Barcelonne	41 25	0 9	72 32	65 5
Medina-del-Campo.	41 24	7 5	74 5	66 39
Gironne.	41 52	0 27	72 27	65 3
Villa-el-Pando . .	41 58	7 48	74 27	66 50
		<i>Est.</i>		
Perpignan.	42 43	0 33	75 27	65 56
		<i>Ouest.</i>		
Férol	43 29	10 35	76 61	68 57
		<i>Est.</i>		
Montpellier. . . .	43 36	1 32	75 75	66 22
Nîmes.	43 50	1 58	75 10	65 47
Paris	48 50			69 12
Berlin.	52 31	11 2		69 55
		<i>Ouest.</i>		
Cap Farwel. . . .	59 38	42 42		78 10°
Baie de Baffin . .	75 05	60 21		84 25**

ur différentes latitudes par M. de HUMBOLDT (1), et
 uent suivant l'équation $F = \text{Cotang. } I$

RÉSULTATS DES CALCULS.			
INTENSITÉ magnétique.	COMPOSANTES		
	HORIZONT.	VERTICALE.	
	6	7	
52 59	51 67	9 82	(I) Les observations présentées dans ce tableau, nous ont été remises, il y a long-temps, de la part de M. de Humboldt, par extrait de ses journaux. Qu'il nous permette de lui en témoigner ici notre reconnaissance.
26 98	25 30	9 40	
19 86	17 73	8 93	
18 3	15 76	8 75	
14 37	11 80	8 21	
12 22	9 46	7 74	
12 40	9 65	7 78	
11 17	8 32	7 45	
11 4	8 18	7 41	
10 70	7 82	7 31	
10 40	7 50	7 21	
4 85	2 11	4 36	
4 2	1 50	3 73	
4 50	1 85	4 10	
4 85	2 11	4 36	
4 65	2 »	4 21	
4 52	1 71	3 96	
4 65	1 96	4 22	
4 28	1 68	3 93	
4 47	1 82	4 8	
3 85	1 38	3 85	
4 46	1 75	4 1	
4 50	1 85	4 10	
3 80	1 35	3 55	
3 66	1 26	3 44	
2 10	0 43	2 5	
0 98	0 10	0 98	

* Inclinaison suivant la table.

** Observations faites par le ca-
 pitaine Parry, en 1818.

Enfin la force magnétique, dans sa vraie direction, formant la diagonale de ces deux forces (colonne 10), diminue constamment depuis l'équateur aux pôles. Les inégalités que l'on apercevra dans cette diminution, viennent de la différence des longitudes, parce que le rapport de la diminution de la force magnétique avec les latitudes, varie par les longitudes aussi bien que l'inclinaison.

La diminution par les latitudes est telle que, par exemple, dans le *sud* du Mexique la force magnétique est à-peu-près triple de ce qu'elle est à Paris; en sorte que l'aimant de la grosseur d'une pomme ordinaire que l'on fit voir à Gemelli-Carreri (*) dans un cabinet de raretés au Mexique, et qui enlevait dix livres de fer, n'en enlèverait à Paris que trois ou quatre livres; et celui qu'il vit au palais de l'Escorial en Espagne, portant un poids de vingt-quatre livres, porterait plus de soixante livres au Mexique.

Telle est la preuve que donnent les oscillations de l'aiguille aimantée dans le plan vertical : nous la trouverons aussi dans le plan horizontal.

(*) *Histoire générale des Voyages*, tome XI, page 536.

CHAPITRE XV.

DE L'INTENSITÉ MAGNÉTIQUE CONSIDÉRÉE DANS LE
PLAN HORIZONTAL.

Nous avons dit qu'une seconde manière d'observer la vitesse des oscillations de l'aiguille aimantée, consistait à employer, à cet effet, l'aiguille de déclinaison suspendue par un fil de soie non-tordu, et à compter le nombre des oscillations qu'elle fait dans le plan horizontal, pour revenir au plan magnétique après qu'on l'en a détournée : nous devons encore à M. de Humboldt une série de ces observations, qu'il a faites avec M. Gay-Lussac dans un voyage de Naples à Berlin, du 15 mars 1805 au 1.^{er} mai 1806. (Voyez les *Mémoires de la Société d'Arcueil*, 1.^{re} partie.)

Ces deux savans ont noté le temps employé par l'aiguille pour faire soixante oscillations horizontales. Ce temps est exprimé dans leur Mémoire lu à l'Institut le 8 septembre 1806, comme il suit :

	latitudes.	TEMPS pour 60 oscillat. horizontales.
	<i>Nord.</i>	
A Rome. . . .	41° 54'	281 8 dix."
Florence . .	45 46 $\frac{1}{2}$	290
Turin. . . .	45 4	295
Lyon	45 46	296
Paris	48 50	314
Berlin. . . .	52 31	316

Et de même, dans tous les lieux intermédiaires où ils ont observé, la durée du temps augmentait, c'est-à-dire, la force magnétique diminuait à mesure qu'ils avançaient au *nord*. Il faut aussi remarquer que dans l'espace d'à-peu-près 12° en latitude qu'ils ont parcouru, ils ont suivi des méridiens qui n'étaient distans entr'eux tous que de 5 à 6° , excepté à Lyon, à Clèves et à Paris, dont les longitudes ne diffèrent pourtant que de 8 à 11° d'avec celles de Rome et de Berlin, qui sont les points extrêmes. En sorte que la diminution observée dans la force magnétique doit être à-peu-près toute attribuée aux latitudes; car les longitudes sont assez rapprochées entr'elles pour n'y avoir pris qu'une très-petite part.

M. Biot avait observé de son côté en 1804, dans un voyage de Paris à Turin, les oscillations de l'aiguille horizontale; et il en résulte aussi une diminution de la force magnétique, du midi au nord, ainsi qu'il suit:

	latitudes.	longitudes.	nombre d'oscil. en 10' de temps.
		<i>Est.</i>	
Il a trouvé à Turin	$45^{\circ} 04'$	$5^{\circ} 20'$	87 2
Sur le Mont-Genèvre			88
A Grenoble	$45^{\circ} 11' 49''$	$3^{\circ} 23' 40''$	87 4
A Lyon	$45^{\circ} 45' 52''$	$2^{\circ} 29'$	87 3
A Genève.	$46^{\circ} 12'$	$3^{\circ} 49' 15''$	86 5
A Dijon.	$47^{\circ} 19' 50''$	$2^{\circ} 41' 50''$	84 5
Au retour comme au départ, à Paris. . .	$48^{\circ} 50'$	$0^{\circ} 0' 0''$	83 9

(*Journal de Physique*, frimaire an XIII.)

Ainsi donc, toutes les observations d'oscillations faites avec l'aiguille aimantée dans le plan horizontal, concourent aussi bien que les oscillations dans le plan vertical, à démontrer *que la force magnétique diminue de l'équateur aux pôles*. C'était une question importante à résoudre; c'est pour cela que nous l'avons traitée plus longuement que nous n'avons coutume de faire pour nos différentes propositions, dans lesquelles nous nous bornons peut-être trop à mettre le lecteur sur la voie de la solution que nous présentons à sa méditation: mais pour celle-ci, nous croyons qu'il est impossible de la révoquer en doute. Répétons encore que la diminution de la force magnétique par les latitudes, se fait suivant un rapport dans lequel il entre une quantité variable en plus ou en moins suivant les longitudes: nous développerons ce rapport dans un autre Mémoire, où il sera traité du calcul de l'inclinaison.

Considérons maintenant comment la *déclinaison* de l'aiguille aimantée varie avec les latitudes,

CHAPITRE XVI.

DIMINUTION DE LA DÉCLINAISON MAGNÉTIQUE PAR LES LATITUDES.

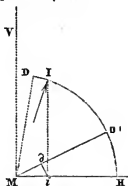
UNE autre erreur pareille à celle que nous venons de combattre, est l'opinion où l'on paraît être que la déclinaison de l'aiguille aimantée augmente avec les latitudes : on est trompé par l'apparence, en ce que l'on prend une direction *factice* au lieu de la direction *vraie* de l'aiguille. En effet, lorsqu'on observe la déclinaison avec une aiguille rendue horizontale dans les lieux où elle aurait une inclinaison, il a fallu, dans la construction de cette aiguille, contrebalancer l'inclinaison magnétique, en diminuant la pesanteur naturelle de la branche qui devait s'incliner, ou en augmentant celle de l'autre branche. La direction de l'aiguille, rendue ainsi horizontale, n'est pas la direction magnétique : c'est son ombre, ou sa projection sur le plan horizontal ; et, par conséquent, la déclinaison que l'on observe, n'est pas l'angle formé par la direction magnétique sur le plan du méridien terrestre : c'est la *projection* de cet angle sur le plan horizontal. Or, il est aisé de voir que cette projection horizontale augmente l'angle observé proportionnellement au co-sinus de l'inclinaison ; en

sorte que, soit d l'angle formé sur le plan du méridien par la direction magnétique, telle qu'elle serait donnée par une aiguille aimantée, suspendue librement en déclinaison et en inclinaison; soit D l'angle formé sur le plan du même méridien par l'aiguille rendue horizontale; J l'inclinaison magnétique sur le même point; on aura $\sin D = \frac{\sin d}{\cos J}$

$\sin d = \sin D. \cos J$.

Par exemple, dans le voyage du capitaine Parry aux mers polaires, en 1819, lorsque par latit. $75^{\circ} 05'$ nord, et longit. $62^{\circ} 42'$ ouest, il a observé l'inclinaison de l'aiguille aimantée de $84^{\circ} 25'$ et la déclinaison horizontale de 87° cette grande déclinaison se réduisait, au vrai, à $4^{\circ} 34' 1/2$ (*).

(*) Voyez la figure ci-après :



Soit $M I$ une aiguille aimantée qu'il nous suffit de considérer sur cette moitié de sa longueur : elle est suspen-

due par un fil $V M$, de manière à nous donner la direction magnétique vraie en inclinaison et en déclinaison. Ainsi la droite $M I$ est ici la direction magnétique elle-même.

Projection verticale.

D'abord, pour représenter la déclinaison vue dans son plan, concevons par la droite $M I$ un plan perpendiculaire au plan du méridien terrestre : la direction magnétique est dans ce plan que nous nommerons plan inclinant ; concevons qu'il fasse un quart de révolution autour de la droite magnétique $M I$, jusqu'à ce qu'il soit devenu parallèle au plan de la projection verticale, emportant avec lui dans ce mouvement la trace $M D$ de l'intersection qu'il faisait avec le plan du méridien terrestre ; l'angle de déclinaison vraie sera $I M D$, vu dans le plan inclinant ; la droite horizontale $I D$, menée perpendiculairement à l'intersection du méridien terrestre, sera le sinus de cet angle.

Projection horizontale.

Soit $M i$, la projection horizontale de la droite magnétique. Cette projection fait un angle avec le plan du méridien terrestre ; et pour représenter cet angle qui est la déclinaison horizontale, il faut concevoir aussi que le plan horizontal fasse un quart de révolution autour de la projection magnétique $M i$, emportant avec lui la trace indéfinie $M d D^1$ de son intersection avec le plan du méridien. Cette intersection étant déjà connue dans la projection verticale, il ne s'agit plus que d'en faire la projection horizontale ; de telle sorte que l'horizontale $i d$, menée perpendiculairement sur $M d D^1$, soit égale à $I D$ de la projection verticale : par cette construction, l'angle horizontal $D^1 M i$ sera la projection horizontale de l'angle de déclinaison ; c'est celui que l'on observe avec l'aiguille

C'est ainsi que la déclinaison vraie, à Paris, n'est que de $8^{\circ} 11'$; tandis que, observée horizontalement, elle est comptée pour $22^{\circ} 21'$; et qu'à Genève elle serait, au vrai, de $7^{\circ} 44'$, au lieu de $19^{\circ} 10'$, que donne l'aiguille horizontale.

Aussi, c'est ce qui résulte de l'observation de l'in-

horizontale; et il est évident qu'il est plus grand que l'angle de déclinaison vraie $D M I$.

Soit D la déclinaison horizontale, d la déclinaison vraie, vous aurez sinus $D = \frac{D I}{M I}$

Or, puisque la direction vraie $M I$ est le rayon, sa projection horizontale $M i$ est égale au co-sinus de l'inclinaison magnétique $H M I$; de plus, l'horizontale $d i = D I$ est égale au sinus de la déclinaison vraie.

Donc, le sinus de la déclinaison horizontale $D M i$ est égal au sinus de la déclinaison vraie, divisé par le co-sinus de l'inclinaison magnétique.

$\sin D = \frac{\sin d}{\cos \text{inclin.}}$ et $\sin d = \sin D \cos \text{inclin.}$; car $d i = \sin d$ et l'autre horizontale $M i = \cos \text{inclin.}$

logarit.

Ainsi, l'inclinaison étant par exemple $84^{\circ} 25'$ $\cos 898808$
 la déclinaison horizontale 87 $\sin 999942$
 le produit donne le sin. de la décl. vraie $4\ 54\frac{1}{2}$ $\sin 898750$

A Paris, en 1825, l'inclinaison étant de 68 $\cos 957558$
 la déclinaison horizontale de. $22\ 21$ $\sin 958008$
 déclinaison vraie. $8\ 11$ $\sin 915566$

A Genève, l'inclinaison étant de . . $65\ 48$ $\cos 961270$
 1.^{re} Sept. 1825, la décl. horiz. étant de $19\ 10$ $\sin 951630$
 déclinaison vraie. $7\ 44$ 912900

clinaison magnétique faite à Genève par M. Arrago, le 2 septembre 1825, comme il suit :

Il a établi d'abord, dans la direction du *nord* au *sud*, le limbe du cercle vertical d'inclinaison, au centre duquel est suspendue l'aiguille ; il a fait tourner ensuite ce cercle autour de son axe vertical jusqu'à ce que l'aiguille d'inclinaison, qui suivait ce mouvement, fût devenue verticale ; ce qui arrive, comme l'on sait, dans le plan perpendiculaire au plan magnétique : alors M. Arrago a observé, « que l'*index* » qui se meut avec le cercle vertical, et sert à marquer la direction du plan de ce cercle sur le cercle azimuthal fixe de l'instrument, répondait à $82^{\circ} 50'$ *est*, dont le complément est $7^{\circ} 10'$ ». (*Biblioth. Univer.* septembre 1825.) En sorte que, en amenant l'aiguille et son cercle vertical dans le plan magnétique, à 90° à l'*ouest* du plan qui lui est perpendiculaire, l'*index* de ce cercle d'inclinaison sur le cercle azimuthal, était à $7^{\circ} 10'$ *ouest* de la ligne *nord* et *sud*. Telle serait la déclinaison vraie, si les positions respectives avaient été bien exactement établies ; car cet angle est égal à celui que donnerait, par rapport au plan vertical passant par la ligne *nord* et *sud*, l'aiguille elle-même placée dans le plan magnétique indiqué par l'*index*, comme il est aisé de le comprendre et de s'en convaincre par l'instrument d'observation. La différence de $0^{\circ} 34'$ en moins, d'avec $7^{\circ} 44'$ que donne l'équation de cette déclinaison vraie (voyez la note page 132), vient de ce que l'on ne s'était pas assujéti à placer la ligne *nord* et

sud d'une manière absolue dans le plan du méridien terrestre, attendu que cette condition n'était point nécessaire pour observer l'inclinaison dans deux plans perpendiculaires l'un à l'autre.

Donc, à mesure que l'on s'élève en latitude, si la déclinaison observée horizontalement paraît augmenter, c'est une fausse déclinaison; il n'en est pas moins évident que la déclinaison vraie diminue. C'est l'inclinaison seule qui augmente avec les latitudes.

Sans doute la construction de la boussole horizontale est plus simple; et avec elle l'observation est plus facile qu'elle ne le serait avec une construction qui donnerait à-la-fois la déclinaison vraie et l'inclinaison: mais il importe de ne pas perdre de vue qu'elle ne présente pas la direction magnétique telle qu'elle est dans la nature.

La déclinaison telle qu'on l'observe sur le plan horizontal, se nomme l'angle formé sur le plan du méridien, par un *plan vertical* passant par la direction magnétique: ce n'est donc pas l'angle formé par la direction elle-même; car la direction magnétique est une droite et non pas un plan. Vous pouvez faire passer par cette droite une infinité de plans différents; mais il n'y en a qu'un seul sur lequel vous trouveriez la déclinaison vraie, qui est l'angle que forme cette droite sur le plan du méridien: ce serait, ainsi que nous l'avons dit, le plan qui serait incliné à l'horizon comme l'inclinaison magnétique. Ce n'est pas celui-là que vous prenez; vous choisissez le plan vertical, et vous considérez la droite de l'intersec-

tion de ce plan sur le plan horizontal. Vous avez vu, par l'équation ci-dessus, quelle est la différence entre cette droite d'intersection et la droite magnétique dont elle est la projection horizontale.

Vous augmenteriez encore l'erreur en donnant, comme on le fait, à ce plan vertical, le nom de *méridien magnétique* ; car vous admettriez ainsi autant de méridiens magnétiques qu'il y a de points sur la surface terrestre. Considérez que la confusion de tous ces plans verticaux est pareille à celle des plans horizontaux sur lesquels vous les élevez ; ils n'ont aucun axe commun ; il vous est impossible de leur trouver une intersection commune pour plus de deux ensemble. Que pouvez-vous espérer d'un pareil système de plans ? ne les appelez pas *méridiens* magnétiques, mais seulement *plans* magnétiques : ils n'ont point les conditions du terme de méridien, qui ne doit s'appliquer qu'à un système de plans ayant ensemble un axe commun, et non pas se réduire à un seul point. Les erreurs d'expressions ont toujours un grave inconvénient dans les sciences, en ce qu'elles présentent des définitions fausses, qui sont une source d'erreurs. *La science*, suivant l'expression de Condillac, *n'est qu'une langue bien faite*.

Enfin, il est évident que l'angle formé par la droite magnétique sur le plan du méridien terrestre, ne peut jamais être plus grand que le complément de l'angle de son inclinaison sur le plan de l'horizon ; or, ce complément diminue à mesure que l'inclinaison augmente de latitude en latitude : et voilà com-

ment la déclinaison vraie diminue à mesure que l'on s'éloigne de l'équateur magnétique (*), et comment elle sera *zéro* là où l'inclinaison magnétique sera verticale, c'est-à-dire de 90° ; ce qui doit avoir lieu au pôle terrestre.

C'est faute de faire ces distinctions, que l'on n'a pas pu trouver l'ordre que suivent les différens degrés de la déclinaison; l'observation horizontale les a travestis: comment aurait-on pu trouver leurs rapports pendant que l'on faisait de chacun d'eux une transformation qui variait autant que l'inclinaison magnétique? La confusion que l'on y a de la sorte introduite, demeurera inextricable jusqu'à ce que l'on admette les investigations que nous présentons.

Et combien les difficultés ont-elles été augmentées par la variation continuelle de la direction magnétique? Il a fallu plusieurs siècles de l'usage de la boussole pour reconnaître ces variations successives; il a fallu plus de temps encore pour reconnaître que les variations successives sont alimentées par une variation diurne.

(*) Sur les méridiens où la déclinaison arrive à *zéro* avant le pôle, elle passe à une déclinaison inverse qui augmente jusqu'à un certain point, et décroît ensuite pour redevenir *zéro* en arrivant au pôle.

CHAPITRE XVII.

DE LA VARIATION MAGNÉTIQUE DIURNE.

LA tendance et l'étendue des variations magnétiques diurnes ont été observées dans les deux hémisphères ; les observateurs s'en sont occupés depuis un siècle, et continuent leur tâche sans que les physiiciens en aient encore presque rien dit, et encore moins rien conclu.

Serons-nous assez heureux pour en tirer un meilleur parti ? Chaque phénomène magnétique doit nous fournir une démonstration de plus de ce que nous avons à exposer, et peut-être encore une erreur à dissiper (*).

(*) (Voyez dans les *Trans. Philos.*, 1759, un mémoire par M. JOHN CANTON. Dans la *Bibliot. Brit.*, septembre 1807, les tableaux des observations faites à Londres par GILPIN, en 1786 et 1787.)

M. le comte Cassini a publié, en 1791, « un ouvrage » spécial à ce sujet, par suite de ses observations de plu-

« M. John Macdonal avait fait insérer, il y a quelques années, dans les *Transactions Philosophiques*, deux séries d'observations des variations diurnes de l'aiguille aimantée faites en 1795 et en 1796 au fort Malboroug de Sumatra, et à Ste.-Hélène. Son travail conduisait à deux conséquences importantes : l'une, que tous les physiciens paraissent

« sieurs années. L'extrémité boréale de l'aiguille, à Londres comme à Paris, marche tous les jours de l'est à l'ouest, depuis à-peu-près huit heures du matin jusqu'à une à deux heures après midi, et rétrograde ensuite vers l'est jusqu'à minuit, pour revenir à-peu-près au même point. »

Mais les observations qui se font depuis l'an 1818 à l'observatoire de Paris, surpasseront toutes les précédentes, tant par leur nombre que par la perfection de l'appareil. On en fait dix à quinze par jour, et leur totalité montait déjà environ à dix-huit mille en 1825.

Les expériences faites dans les derniers voyages maritimes, et entr'autres dans ceux de MM. de Freycinet et Duperrey, ont confirmé les observations antérieures de M. Magdonal et de M. de Humboldt, en prouvant que les oscillations diurnes ont lieu à-peu-près aux mêmes heures dans l'hémisphère austral que dans le boréal ; mais la pointe nord de l'aiguille qui marche vers l'ouest dans le Nord, marche vers l'est dans le Sud depuis huit heures du matin jusqu'à une ou deux heures après midi. (*Bibliot. Univ.*, février 1825 ; *Annales de Chimie et de Physique*, vol. 11, 17 et 19 : *Annals of Philosophy*.)

» avoir adoptée, est que les variations diurnes, entre les tropiques, ont sensiblement moins d'étendue qu'en Europe; l'autre, à laquelle on a fait moins d'attention, est qu'aux mêmes heures, où dans nos climats l'extrémité nord de l'aiguille marche à l'ouest, on trouve que, au sud de l'équateur, ce mouvement s'exécute en sens contraire, c'est-à-dire vers l'est.

» M. Macdonal supposait que le sens des variations diurnes est lié à celui des déclinaisons; mais les observations de M. le capitaine de Freycinet sont contraires à ces conjectures; car, aux îles Mariannes et à Sandwick, situées dans l'hémisphère boréal, la pointe nord de l'aiguille marche vers l'ouest, comme en Europe, depuis huit heures du matin jusqu'à une heure après-midi, quoique la déclinaison absolue de la boussole y soit orientale.

» Aux stations de Timor, de Rawack et du Port-Jackson, situés au sud de l'équateur, la pointe nord de l'aiguille marche pendant toute la matinée en sens opposé, ou vers l'est. Remarquez qu'à Timor l'aiguille décline vers l'ouest, tandis qu'à Rawack et au Port-Jackson, au contraire, sa déclinaison est au nord-est. » (*Rapport fait à l'Académie Royale de Paris, le 7 mai 1821: voyez le Moniteur du 19 du même mois.*)

Considérons si les deux conséquences que l'on a tirées de ces observations sont exactes :

1.^o Que les variations diurnes soient moindres près de l'équateur que près du pôle : c'est ce que l'on

trouve en faisant les expériences avec une aiguille horizontale; mais ce n'est pas la réalité: ce n'est qu'une apparence comme celle qui a fait compter au capitaine Parry, dans ses voyages aux mers polaires, une déclinaison horizontale de 87° , lorsque dans le vrai, l'angle de la direction magnétique sur le méridien n'était que de $4^{\circ} 34' 1/2$, comme nous l'avons démontré, pages 130 à 132.

Pour réduire les variations diurnes, ainsi que les déclinaisons absolues à leur véritable grandeur, lorsque vous les avez observées avec une aiguille horizontale, vous devez, pour tenir compte de la position vraie qu'aurait l'aiguille si elle était libre en inclinaison et en déclinaison, multiplier, comme nous l'avons dit, le sinus de la déclinaison horizontale par le co-sinus de l'inclinaison observée dans la même station; alors vous trouverez (*) qu'à Paris,

(*) Suivant l'*Annuaire du bureau des Longitudes*, de 1826, la déclinaison à Paris, le 18 août 1825, à huit heures quarante minutes du matin, était de $22^{\circ} 12' 48''$; à midi, elle avait augmenté de $8' 43''$; en sorte qu'elle était de $22^{\circ} 21' 31''$.

Le 19 août, à deux heures après midi, l'inclinaison était de 68° .

Les heures auxquelles ces observations de la déclinaison ont été faites, ne sont pas précisément celles du *minimum*, qui est à huit heures du matin, et du *maximum*, qui est à une heure, comme l'on sait; mais elles en diffèrent fort peu; et nous tiendrons compte de cette diffé-

par exemple, la variation diurne, en été, est à peine de quatre minutes, et qu'au mois de décembre elle ne serait que de la moitié de cette quantité; en sorte que sa moyenne annuelle serait de 0° , $03'$.

Et puisqu'à l'équateur elle n'est pas moindre de

rence en faisant sur la déclinaison de huit heures quarante minutes du matin, une diminution de $1^{\circ} 48''$; en sorte que son *minimum* aurait été, à huit heures du matin, de $22^{\circ} 11'$; et en ajoutant à celle de midi une minute, qui est l'augmentation ordinaire de midi à une heure, elle aurait été à son *maximum*, à une heure après midi, de $22^{\circ} 22' 51''$.

Il s'agit de réduire ces déclinaisons observées horizontalement, à l'angle vrai que formait la direction magnétique sur le plan du méridien, suivant l'équation que nous avons donnée, page 152.

Savoir, au *maximum*: *logarit.*

La déclinaison horizontale était de $22^{\circ} 22' 51''$ $\sin 958055$

l'inclinaison, de 68 $\cos 957358$

le produit donne la déclinaison vraie $8^{\circ} 12'$ $\sin 915413$ ci $8^{\circ} 12'$

Au *minimum*:

La déclinaison horizontale était de $22^{\circ} 11'$ $\sin 957700$

l'inclinaison. 68 $\cos 957358$

le produit donne la déclinaison vraie $8^{\circ} 8'$ $\sin 915058$ ci $8^{\circ} 8'$

La différence formant la variation diurne entre ces deux déclinaisons vraies, n'est que de quatre minutes. $0^{\circ} 4'$

Encore ne serait-elle que de la moitié de cette quantité vers le solstice d'hiver.

Il en est de même à Londres, suivant des observations qui y ont été faites en 1786 et 1787.

trois minutes, vous en conclurez que la variation diurne de la déclinaison est à-peu-près pareille sur toutes les latitudes, et que sa grandeur moyenne est de 0° , $03'$ à $4'$.

Les observations faites dans le voyage de M. de Freycinet, semblent indiquer une légère augmentation dans la grandeur de la variation diurne, depuis l'équateur jusqu'au tropique. On a pu remarquer aussi, dans le tableau A (page 123), de l'intensité magnétique résultant des observations d'oscillations magnétiques faites par M. de Humboldt, que la décomposition de la force magnétique dans ses deux composantes, l'une horizontale, l'autre verticale,

Minimum.

En septembre 1786, à huit heures du matin, la déclinaison était
 de $23^{\circ} 10'$ $\sin 950484$
 l'inclinaison 72 $\cos 948998$
 déclinaison vraie $6\ 59\ \sin 908482$ ci $6^{\circ} 59'$

Maximum.

A une heure après midi, la déclinaison. $23^{\circ} 23'$ $\sin 959866$
 inclinaison 72 $\cos 948998$
 déclinaison vraie $5\ 3\ \sin 908864$ ci 7 3
 Soustrayant la déclinaison vraie au *minimum* ci-dessus de $6\ 59$
 différence du *maximum* au *minimum*. 0 4
 telle est la variation diurne en septembre.
 Elle est en décembre de 0 2 $\frac{1}{2}$
 1787, en mars. 0 4
 en juin 0 5

présente la composante verticale comme éprouvant quelque augmentation depuis l'équateur jusqu'au tropique, quoique la composante horizontale et la force totale diminuent de plus de moitié dans cet intervalle. C'est là une chose particulière à étudier dans les phénomènes de l'intensité et de la variation diurne : elle nous paraît produite, comme nous l'avons dit, par la pesanteur qui augmente en effet en s'éloignant de l'équateur ; mais dont la différence devient moins sensible sur les oscillations de l'aiguille, lorsque l'inclinaison de celle-ci arrive à 45° et au-delà, ce qui commence à-peu-près lorsqu'on atteint le tropique.

Nous tirons de là une autre conclusion qui nous paraît importante à présenter : c'est que les observations des variations diurnes ne seront exactes que lorsqu'elles seront faites avec une aiguille suspendue de manière à donner à-la-fois l'inclinaison et la déclinaison. Nous avons déjà montré qu'une telle aiguille est aussi nécessaire pour mieux juger les attractions magnétiques, et pour se convaincre qu'il n'y a point de répulsion : nous croyons donc pouvoir insister à ce sujet, et soutenir que la première nécessité, pour tout observateur physicien ou géomètre du magnétisme, est de se procurer une aiguille suspendue, comme nous venons de le dire, et aimantée ensuite (*).

(*) Nous en donnerons un modèle au sieur Gambier, artiste distingué, à Paris, rue du faubourg St-Denis, n.° 56.

2.^o Quant à la deuxième conséquence, qui consiste à considérer que l'extrémité *nord* de l'aiguille marche à l'*ouest* dans le Nord, aux mêmes heures où elle marche à l'*est* dans le Sud, vous êtes déjà en position de voir, par cette considération comme par toutes celles qui l'ont précédée, que la tendance magnétique augmente dans le même sens, aux mêmes heures, dans les deux hémisphères Nord et Sud; mais que dans le Nord, cette tendance se porte sur l'extrémité *nord* de l'aiguille, au lieu que dans le Sud, elle se porte à son extrémité *sud*; car le mouvement que l'on observe, de l'extrémité *nord* de l'aiguille vers l'*est* dans l'hémisphère du Sud, ne peut se faire qu'autant que l'extrémité *sud* de la même aiguille va à l'*ouest*. Or, c'est l'extrémité *sud* de l'aiguille qui indique la tendance magnétique dans l'hémisphère du Sud, comme c'est son extrémité *nord* qui fait cette indication dans le Nord, puisque les deux hémisphères sont opposés l'un à l'autre, et leurs pôles aussi, et leur tendance magnétique aussi. Nous le démontrerons encore dans le chap. XIX.

Ainsi donc, le mouvement de la tendance magnétique se fait au *nord-ouest* dans le Nord, et au *sud-ouest* dans le Sud, aux mêmes heures.

La variation diurne serait ainsi une preuve de plus, s'il en était besoin, de ce fait; que la tendance magnétique se porte de l'équateur magnétique aux pôles; et que, en outre, son ensemble s'avance lentement de l'orient à l'occident sur l'hémisphère du Sud, comme sur celui du Nord. Ce mouvement est le ré-

sidu du balancement de la variation diurne : il est définitivement acquis, et devient sensible dans le laps de chaque année.

Ainsi, ce serait en vain que l'on chercherait, comme on l'avait imaginé, des stations terrestres où la variation diurne serait nulle, puisque celle du Sud est semblable à celle du Nord, et qu'à l'équateur magnétique elle est aussi grande qu'à Paris et à Londres.

Examinons encore la direction magnétique dans son ensemble sur le globe : ce sera le complément de ce que nous en avons déjà dit.

CHAPITRE XVIII.

DE L'ENSEMBLE DES DIRECTIONS MAGNÉTIQUES.

Nous devons revenir sur ce que nous n'avons fait qu'indiquer (note page 69), d'une hypothèse bizarre introduite depuis 25 à 30 ans dans les traités de physique, où elle reste en contradiction avec les écrits et les expériences de ces derniers temps, que nous avons déjà cités. Elle consiste, ainsi qu'il suit, à considérer le magnétisme comme « composé de deux » fluides opposés, qui seraient combinés entr'eux » dans les corps qui ne donnent aucun signe de magnétisme, et dégagés lorsqu'ils passent à l'état » d'aimant. Les molécules de chacun de ces fluides » se repoussent entr'elles, et elles attirent celles » de l'autre fluide. Le passage des corps à l'état de » magnétisme a uniquement pour cause le dégagement des deux fluides, qui composent leur fluide » naturel, et le transport de ces fluides vers leurs » parties opposées.

» Chaque molécule intégrante du barreau aimanté » est elle-même un petit aimant qui a ses deux pô-

» les égaux en force, et tous ces petits aimans sont
 » rangés à la file, de manière que le pôle austral de
 » l'un se trouve en contact avec le pôle boréal de
 » l'autre. La réunion de tous ces élémens fait de la
 » terre un grand et unique aimant. » (*Diction. de
 Phys.*, par LIBES, 1806, au mot magnétisme.)

Que reste-t-il dans la pensée, d'une pareille conception ? rien, si ce n'est qu'elle rapetisse, au dernier point, un des grands phénomènes du globe, pour le diviser en atômes contraires les uns aux autres, dont on forme un vrai cahos. N'est-ce pas comme si, pour expliquer les deux courses opposées du Rhin et du Rhône, sortant l'un et l'autre des flancs inverses du St-Gothard, on disait qu'à leur source les molécules de chacun de ces deux fleuves repoussent celles de l'autre, et que chaque molécule d'eau attire celles d'en haut, et repousse celles d'en bas. Sans doute, partout où il y a mouvement d'un fluide, il y a une force expansive que l'on nomme mal-à-propos répulsion : il est vrai aussi que tous les corps de la nature ont une tendance mutuelle les uns aux autres ; mais on n'expliquerait pas ainsi le cours des deux fleuves : car les molécules de chacun d'eux restent réunies malgré la force expansive du calorique qui les tient à l'état liquide ; leurs molécules inférieures fuient toujours devant les molécules supérieures malgré leur attraction réciproque. Il y a une autre cause à leur mouvement : c'est la gravitation, c'est-à-dire la pression d'une force qui les pousse du haut vers le bas.

Tel est aussi le magnétisme. Il faut en revenir à dire plus simplement : dans l'hémisphère du Nord, le cours du magnétisme va du *sud* au *nord*, parce que telle est sa pente dans cet hémisphère magnétique ; comme le Rhin va du *sud* au *nord*, parce que telle est la pente du pays où il est : dans l'hémisphère du Sud, le cours du magnétisme va du *nord* au *sud* comme le Rhône, parce que telle est sa pente ; la source commune du magnétisme, pour les deux hémisphères, est dans les hauteurs de leur équateur : c'est de là qu'il pèse sur ses deux pentes inverses.

Si le magnétisme existait, suivant l'hypothèse, en état de combinaison dans les corps non-aimantés et dans l'état libre ou dégagé dans les aimans, comment se ferait-il que ces fluides supposés, en se dégageant, seraient inépuisables, et s'accroîtraient même en se communiquant à d'autres corps ? On n'a point d'exemple pareil dans la nature. Il faut juger du magnétisme comme des autres causes qui lui sont analogues ou peut-être identiques. « L'électricité, » le fluide igné, son principe, le fluide magnétique et » galvanique, sont assez généralement regardés comme » provenant du même principe : c'est cette même » cause que Newton avait soupçonnée ; cette matière » subtile qu'imaginait Descartes ; ce feu élémentaire » que Boerhave trouvait partout, etc. » (*Etudes sur la Théorie de l'Avenir, ou Considérations sur les Mystères de la Nature.*)

Or, un fluide qui se dégage, se dissipe : telle est l'électricité ; un corps électrique en perd ce qu'il en

transmet : tel est encore plus le calorique ; lorsqu'il se dégage , il met en combustion les corps qui le recelaient.

Laissons donc les subtilités inutiles et contradictoires entr'elles que l'on a données jusqu'ici pour des explications, et qui sont elles-mêmes inexplicables : considérons les choses du magnétisme telles qu'elles sont, et qu'elles se manifestent dans leur ensemble du *nord* au *sud*.

Nous ne pourrons y méconnaître l'action d'une force tendant de l'équateur magnétique aux pôles terrestres, avec une intensité qui diminue dans ce trajet, et avec une déclinaison résultant de cette intensité ; et se réduisant nécessairement à zéro lorsque la tendance devient verticale.

Il nous reste à considérer le phénomène suivant.

CHAPITRE XIX.

COMMENT, DANS L'HÉMISPHERE DU SUD, L'AIGUILLE AIMANTÉE INCLINE-T-ELLE AU SUD PAR L'EXTRÉMITÉ QUI, AU CONTRAIRE, S'ÉLÈVE DANS L'HÉMISPHERE DU NORD.

UNE aiguille aimantée, pendant qu'elle est employée dans l'hémisphère magnétique du Nord, subit le passage du magnétisme dans la direction de sa pointe *sud* à sa pointe *nord* : si on la transporte sur l'équateur magnétique, le cours magnétique s'y trouve à son point de partage, et en équilibre ; il va du centre de l'aiguille à ses extrémités : et enfin, si l'on passe à l'hémisphère magnétique du Sud, le cours magnétique se fait en sens inverse, c'est-à-dire, de la pointe *nord* de l'aiguille à sa pointe *sud*. Cependant nous avons dit que l'effet de l'aimantation était de donner à l'aiguille la faculté d'écouler le magnétisme constamment dans un même sens, l'une de ses extrémités étant constamment celle de l'entrée magnétique en *amont*, l'autre constamment celle de sa sortie en *aval*. Il faut donc expliquer maintenant comment cette disposition ne se maintient que dans le même hémisphère, et comment elle se change en une disposition contraire dans l'autre hémisphère,

puisque l'extrémité de l'aiguille, qui était en *amont* et servait à l'entrée magnétique dans l'hémisphère du Nord, descend en *aval*, et sert à la sortie magnétique dans l'hémisphère magnétique du Sud. Pour cela, il faut seulement concevoir que l'aiguille subisse une aimantation naturelle à *rebours*, lorsqu'elle passe d'un hémisphère magnétique à l'autre : vous en jugerez par des expériences connues. En voici une entre autres : Pendant une navigation du *nord* au *sud*, dans l'Océan Atlantique, on a fait des observations sur la déviation qu'éprouvait l'aiguille aimantée, à laquelle on présentait une barre de fer tenue verticalement.

Remarquez d'abord que la barre de fer n'était point aimantée : elle n'avait donc d'autre fonction que celle de donner passage au courant magnétique, au moyen de sa propriété de conducteur, et de le détourner en partie de son cours naturel, pour le mener suivant la direction fixe dans laquelle on la tenait. Le courant magnétique devait toujours descendre du haut vers le bas de la barre, partout où il y avait inclination magnétique suffisante ; et au contraire, l'aiguille aimantée, libre sur son pivot pour obéir à la direction magnétique, éprouvait une déviation suivant que la barre était interposée à l'entrée ou à la sortie magnétique de l'aiguille. Et voici les résultats : (*Voyez les Transactions Philosoph.*, année 1685).

Observations sur la direction de l'aiguille de boussole, relativement à une barre de fer perpendiculaire, faites par le master d'un vaisseau, qui passa la ligne en 1684, publiées par M. A. BAYLI.

LATIT.		LONGIT.
		DU CAP
		LÉZARD.

nord, | *ouest,*
9° 42' | 9° 32'



4° 33' | 5° 18'

sud,
0° 52' | 11° 52'

sud,
5° 17' | 15° 09'

Depuis l'Angleterre jusqu'à longitude 9° 32', et jusqu'à latitude 9° 42' *nord*, le pôle *sud* de l'aiguille se dirigea fortement vers la partie inférieure de la barre de fer ; mais le pôle *nord* eut moins de tendance vers la partie supérieure.

Le pôle *nord* commença à s'éloigner de l'extrémité supérieure de la barre ; mais le pôle *sud* se dirigea avec force vers la partie inférieure.

Le pôle *nord* ne se dirigea vers aucune des extrémités de la barre de fer ; mais le pôle *sud* se dirigea, quoique faiblement, vers l'extrémité inférieure.

Le pôle *sud* se dirigea vers l'extrémité inférieure de la barre de fer, de deux degrés ; mais lorsqu'elle fut à une distance plus grande de la barre, elle s'en éloigna ; elle ne s'approcha pas davantage de l'autre extrémité. Le pôle *nord* ne se dirigea vers aucune.

LATIT.	LONGIT.
	DU CAP LÉZARD.

Lorsque je tins cette barre horizontale, et dans la direction du fluide magnétique, elle dérangerait l'aiguille de cinq ou six points.

8° 17' | 17° 55'

Le pôle *nord* ne se dirige plus vers l'extrémité supérieure ; au contraire, il tend à s'en éloigner : mais le pôle *sud* tend un peu vers la partie inférieure, et dérive de deux points de sa position.

Lorsque j'eus posé cette barre sur la boussole, de manière que la partie supérieure fût du côté du *sud*, et l'autre du côté du *nord*, le pôle *nord* se dirigea vers l'extrémité inférieure, et la suivit.

Lorsque j'eus mis l'extrémité supérieure du côté du *nord*, et l'inférieure du côté du *sud*, le pôle *nord* tendit à s'en éloigner.

15° | 20°



29° 25' | 13° 10'

Le pôle *sud* commence à se diriger vers l'extrémité supérieure du fer, et le pôle *nord* vers l'extrémité inférieure, avec beaucoup de force ; elle s'écarte de trois ou quatre points de sa direction, de son côté.... Lorsque la barre fut horizontale, les résultats furent comme dans l'article précédent.

Le pôle *sud* de l'aiguille se dirigea vers l'extrémité supérieure de la barre de fer, et le pôle *nord* vers l'extrémité inférieure, avec beaucoup de force.

(*Transactions Philosophiques*, année 1685).

Dans cette suite d'expériences, il faut remarquer que si la fonction de la barre de fer est restée la même, si elle a continué de conduire la cause magnétique du haut vers le bas, il est évident que la partie *nord* de l'aiguille a changé de rôle avec la partie *sud*, peu-à-peu, en approchant de l'équateur; et complètement à latit. 15° *sud*, c'est-à-dire aussitôt après avoir dépassé l'équateur magnétique qui se trouvait vers ce point.

Lorsque le barreau a été horizontal par latitude 8° 17' *sud*, son extrémité inférieure a anéanti à elle celle des deux extrémités de l'aiguille qui se trouvait la plus rapprochée; soit que ce fût l'extrémité *nord* ou l'extrémité *sud*: ce qui montre que chacune de ces deux extrémités ne possédait plus que très-faiblement sa polarité particulière. Ensuite, lorsque l'aiguille est parvenue à l'équateur magnétique, lieu où le versement de la cause magnétique s'effectue autant vers le *sud* que vers le *nord*, une nouvelle fonction s'est établie sur la moitié australe de l'aiguille, puisque son extrémité *sud* est devenue une sortie magnétique, pendant que la première sortie au *nord* continuait encore: car l'aiguille ne se tenait en équilibre que parce que l'action magnétique allait du centre aux deux extrémités, avec une force égale de part et d'autre; et depuis ce moment d'équilibre, la moitié australe de l'aiguille s'est trouvée naturellement aimantée en sens inverse: puis, aussitôt que l'aiguille a été portée au sud de l'équateur magnétique, et que la sortie magnétique a été prépondérante vers le *sud*, cette extrémité, s'abaissant, a fait élever son extrémité *nord*, qui, dès-lors, est devenue l'entrée magnétique, par cela seul qu'elle a été son pôle supérieur. C'est ainsi que s'est achevée naturellement l'aimantation de l'aiguille, à rebours, dans le Sud, de ce qu'elle était dans le Nord de l'équateur magnétique.

En avançant davantage au Sud, par latit. $29^{\circ} 25'$ sud, ces dispositions sont plus fortement établies, en sens contraire, dans ce qui concerne la tendance de l'inclinaison, sans que l'aiguille cesse d'être orientée dans le même sens du *nord* au *sud*. On le voit non-seulement par son inclinaison magnétique inverse, mais encore parce que tous ses rapports avec la partie inférieure de la barre verticale, sont devenus inverses après avoir passé par l'état neutre; tandis que celle-ci n'a point changé de fonction. On peut remarquer que c'est toujours à sa partie inférieure que son influence s'est montrée avec plus de force.

Maintenant, soit que l'on admette, comme nous croyons l'avoir bien démontré, que le courant magnétique ou la pression qu'il exerce, descend des hauteurs de l'espace sur la terre; soit que l'on suppose qu'il s'élance de l'intérieur de la terre dans l'espace, celui de ces deux modes que l'on aura admis pour l'hémisphère du Nord, sera nécessairement admis pour l'hémisphère du Sud: ainsi les conséquences que nous avons tirées des faits, resteront les mêmes, soit que le magnétisme aille à la terre, soit qu'il en vienne. Car aussi long-temps qu'une aiguille bien équilibrée n'est pas aimantée, elle ne s'incline point dans la direction magnétique; l'aimantation, lorsqu'elle l'a subie, fait sur elle l'effet d'un poids dans la balance; elle la fait incliner dans le sens de sa tendance magnétique: ainsi, à plus forte raison, l'extrémité *sud* de l'aiguille qui s'élevait dans l'hémisphère du Nord, ne s'abaisserait pas dans l'hémis-

phère du Sud, si elle n'avait pas reçu un poids magnétique vers le Sud; et l'avoir reçu naturellement, c'est avoir subi naturellement une aimantation conforme à celle de l'atmosphère du Sud, et inverse à celle qu'elle avait dans le Nord. Ses pôles sont restés orientés dans le même sens, mais ils ont changé de fonction : leur équilibre a éprouvé peu-à-peu un effet de bascule; la tendance magnétique qui se portait auparavant toute au *nord*, a été balancée sur l'équateur magnétique par une tendance pareille au *sud*, qui s'est bientôt augmentée par la diminution de la première.

C'est à l'équateur magnétique que le magnétisme est dans sa plus grande force; de là il se porte autant au *sud* qu'au *nord* : il va du centre de l'aiguille à ses deux extrémités; et sa force suffit pour aimanter d'abord la moitié australe de l'aiguille dans le sens du *nord* au *sud*. Cette disposition augmente par la continuation de la même cause, en avançant au *sud*, et gagne bientôt toute l'aiguille; c'est toujours par la continuation que se fait l'aimantation, soit naturelle, soit artificielle. (*)

(*) Peut-être serait-il à-propos d'aimanter de rechef les aiguilles de boussole, lorsqu'on passe d'un hémisphère magnétique à l'autre. Voici la méthode usitée, que l'on appelle du *double contact* : « On assujétit l'aiguille dans une » botte horizontale, suivant le plan magnétique; on pose » verticalement sur elle, près de son milieu, deux bar-

Et puisque la force du magnétisme terrestre est dix fois plus grande à l'équateur magnétique qu'à Paris,

» reaux aimantés : l'un au *nord*, qui la touche par son
» pôle *sud*; et l'autre au *sud*, la touche par son pôle *nord* :
» on promène ces deux barreaux à-la-fois sur l'aiguille,
» avec frottement, en allant du centre aux extrémités; et
» on réitère ce mouvement sur les deux faces, ou même
» sur les quatre faces opposées de l'aiguille. » (*Biblioth.*
Univers., septembre 1825.)

Cette opération représente assez bien l'action du magnétisme, qui descend à-la-fois et avec force égale sur les deux branches de l'aiguille, et se porte du centre aux extrémités, comme le sommet d'une montagne verse également les eaux sur les deux pentes opposées; mais les choses ne se passent ainsi, dans le magnétisme naturel, que sur l'équateur magnétique; partout ailleurs, il n'y a plus d'équilibre, il n'y a plus compensation d'une branche de l'aiguille avec l'autre; le magnétisme n'a plus à suivre qu'une seule pente qui comprend l'aiguille entière: cependant, toute la modification que les latitudes terrestres comportent dans la méthode de l'aimantation, pourrait consister à incliner convenablement les deux barreaux, suivant l'inclinaison magnétique du lieu. Ainsi, dans le Nord, le barreau qui opère sur la partie *nord* de l'aiguille, serait mis en contact à la face inférieure de celle-ci, tandis que celui du *sud* serait mis en contact à la face supérieure. Il faut que l'on ait soin de faire marcher en avant le pôle qui a le même nom que celui de l'aiguille où on le mène, et qui n'est pas celui qui la touche.

Au reste, l'aimantation d'une aiguille est très-facile,

elle doit surmonter facilement l'aimantation première de l'aiguille, qui ne se maintient que par la continuation du magnétisme naturel dans le même sens.

On sait que, même dans nos contrées du Nord, une aiguille aimantée perd son aimantation si elle n'est pas constamment et librement dans la direction magnétique du lieu, c'est-à-dire, si le courant magnétique lui arrive en sens inverse de son aimantation; on la rétablit très-facilement dans cette propriété suivant le sens que l'on veut, par deux ou trois contacts d'un aimant; c'est l'effet que produit aussi, sans doute, le magnétisme naturel dans la région de l'équateur magnétique.

Que dans un voyage de long cours on emporte des barreaux aimantés, en ayant soin qu'ils soient situés constamment dans une position verticale, on trouvera que leur pôle inférieur qui est *nord* dans l'hémisphère du Nord, sera *sud* dans l'hémisphère du Sud.

même par une méthode vicieuse, parce que le magnétisme naturel achève l'ouvrage. Mais ce qui est difficile, c'est l'exactitude de l'équilibre et de la mobilité dans sa suspension. Quant à la forme de l'aiguille, nous préférons qu'elle soit cylindrique, comme se confondant davantage avec la direction magnétique, qui est une ligne droite. Au lieu que la forme du losange a l'inconvénient de présenter quatre angles, et en quelque sorte quatre extrémités au lieu de deux; or, on sait que les angles sont des issues pour l'électricité: ils doivent l'être de même pour le magnétisme.

CHAPITRE XX.

RÉCAPITULATION.

Nous pouvons tenir maintenant pour démontré : 1.^o que l'intensité de la force magnétique diminue depuis l'équateur magnétique jusqu'aux pôles terrestres ; 2.^o que sa déclinaison vraie diminue dans le même sens ; 3.^o que le foyer de la cause magnétique est à l'extérieur du globe , dans une zone à l'entour de l'équateur magnétique : c'est là que cette cause lutte avec plus d'avantage contre la pesanteur , et que des hauteurs de l'espace elle pèse à sa manière , d'un côté vers le pôle *sud* , de l'autre vers le pôle *nord* , dans une proportion qui varie par les longitudes.

Sa force expansive et toute son intensité diminuent à mesure qu'elle s'éloigne de sa source , comme un cône de lumière s'affaiblit en se dilatant à mesure qu'il s'allonge au-delà du corps lumineux où est son foyer.

Cependant à mesure que la force magnétique s'affaiblit et qu'elle est plus éloignée de son équateur , sa tendance au plan du méridien devient plus directe ; en

sorte que, en avançant en latitude, on trouve à chaque point nouveau du méridien, une direction magnétique qui décline moins que la précédente, ce qui amène le *zéro* de déclinaison, et produit même, sur quelques méridiens, la déclinaison inverse à des latitudes d'autant moins hautes, que la déclinaison est moindre à leur équateur : mais toujours toutes les déclinaisons se réduisent à *zéro* au pôle terrestre, où tous les méridiens se confondent et se réduisent à un point. Les forces magnétiques y sont égales et convergentes de tous les points de l'horizon ; et la résultante de ces *minima* ne peut être que la verticale qui, sur ce point, est l'axe commun à tous les méridiens, et par conséquent ne fait aucune déclinaison.

On conçoit déjà comment la force magnétique, telle que nous l'avons représentée, est sujette aux différentes déclinaisons, parce que son intensité et le degré de divergence qui en résulte, diffèrent, comme nous l'avons dit, dans les longitudes et les latitudes, depuis l'équateur magnétique où ces choses sont à leur *maximum*, jusqu'aux pôles, où elles sont à leur *minimum* ; et comment cette force s'incline en décroissant dans un certain rapport avec la convergence des méridiens par les latitudes.

Nous avons déjà donné (Voyez le Mémoire préliminaire), le rapport de l'inclinaison magnétique aux latitudes ; nous avons indiqué que ce rapport comporte une qualité variable, en plus ou en moins, par l'effet des longitudes ; nous avons ajouté que tout le système de l'inclinaison s'avance d'Orient en Occident

par un mouvement de rotation autour de l'axe terrestre, parallèlement aux latitudes : nous en donnerons, pour preuve, les tables de l'inclinaison que nous tenons prêtes à paraître, si on nous fait l'honneur de les demander.

Les tables de déclinaison et les principes de leur construction feraient de plus la preuve de ce que nous avons annoncé aussi, « que le globe terrestre est enveloppé dans une atmosphère magnétique sur la surface de laquelle on trouve, pour chaque méridien terrestre, la trace d'un méridien magnétique correspondant ; et que tous les méridiens magnétiques passent par l'axe du monde : le centre magnétique est à l'équateur terrestre ; il se meut sur ce cercle, et le parcourt en 1461 ans. »

CHAPITRE XXI.

DE LA PÉRIODE DE QUATORZE CENT SOIXANTE- UN ANS.

APRÈS avoir reconnu la position et la grandeur actuelles de l'atmosphère magnétique, nous avons été amené, par les considérations suivantes, à reconnaître la durée de la période de ses variations dans un laps de 1461 ans. Nous avons considéré (Mémoire préliminaire), que la variation diurne de la déclinaison magnétique et sa variation annuelle pouvaient provenir « de ce que le globe terrestre, pendant une » révolution annuelle, fait à-peu-près un quart de » révolution sur son axe en sus de 365 révolutions » entières; sa situation se trouve donc modifiée d'un » quart de conversion à l'orient; donc il est posé, » par rapport à l'espace universel, à-peu-près comme » il était après un quart de journée de plus que le » moment antérieur d'un an. » Et pour qu'il se retrouve dans le même rapport avec l'espace environ-

nant, il faut une période de 1461 ans (*), qui se calcule comme il suit : la terre se trouve à la fin de chaque année, dans un rapport qui a varié à l'égard de son atmosphère magnétique, d'une quantité égale à l'arc de cercle qu'elle parcourt dans le quart d'un jour ; or, puisque dans un jour la terre parcourt une partie de son orbite égale à $\frac{1}{365+1/4}$, le quart de cette quantité, pour le quart d'un jour, est de $\frac{1}{(365+1/4) \times 4}$, c'est $\frac{1}{1461}$. Telle est la variation annuelle de la situa-

tion des différens méridiens terrestres, par rapport à l'atmosphère magnétique ; en sorte qu'il faut une période de 1461 ans pour rétablir ce rapport de situation dans un même état. Cette période était connue des Egyptiens sous le nom de grande année.

Nous avons appliqué cette période aux variations de l'inclinaison magnétique, observées depuis un siècle et demi, et surtout à celles que l'on a observées depuis cinquante ans dans toutes les régions connues du globe ; et cette confrontation nous fournit,

(*) L'année tropique est de 365 jours et un peu *moins* d'un quart de jour : sa grande année serait de 1508 ans. L'année sidérale est de 365 jours et un peu *plus* d'un quart de jour.

Nous avons trouvé que, pour la variation magnétique, la grande année paraît être de 1461 ans, espèce de moyen terme entre la grande année tropique et la grande année sidérale.

autant qu'elle en est susceptible, la preuve que l'état de l'inclinaison magnétique s'avance tout entier de l'Orient à l'Occident, parallèlement aux latitudes; en sorte que sur chaque parallèle de latitude, les différens degrés d'inclinaison magnétique que l'on y a observés sur différentes longitudes, à une même époque, sont restés dans le même ordre entr'eux, en suivant leur mouvement à l'Occident, qui consiste à parcourir à-peu-près un degré de longitude en quatre ans.

Ainsi l'inclinaison qui a été observée à Paris, de 74° à 75° , par Richer, l'an 1670, se serait transportée depuis lors, de 40° de longitude à l'ouest sur le même parallèle, pendant le laps de 156 ans (l'an 1826) (*).

(*) La déclinaison horizontale, à Paris, a été à son *maximum* le 10 août 1814, à midi, de $22^{\circ} 34'$
 et le 18 août 1825, à midi, de $22 \quad 21$
 ensorte que vue de cette manière, la déclinaison aurait diminué de $0^{\circ} 15'$ dans cet intervalle de onze ans; cependant la déclinaison vraie, calculée suivant l'équation donnée dans la note, page 132, a continué d'augmenter ainsi qu'il suit, et continuera encore pendant vingt-quatre ans :

	déclin.	inclin.	logarit.	logarit.	déclin. vraie
l'an 1814	$22^{\circ} 34'$		sin 958375		
		$68^{\circ} 36'$	cos 956215	914590	sin $8^{\circ} 3'$
1819	$22 \quad 29$		sin 958263		
		$68 \quad 25$	cos 956568	914821	sin $8 \quad 3 \quad 12''$
1823	$22 \quad 25$		sin 958070		
		$68 \quad 8$	cos 957107	915177	sin $8 \quad 9 \quad 12$
1825	$22 \quad 21$				
		68			$8 \quad 11$

Ce mouvement uniforme de l'inclinaison magnétique, une fois connu, toutes les observations d'inclinaison magnétique déjà faites, ce qui date depuis 150 ans et plus, pourront concourir à la vérification des tables que nous proposons de former, puisqu'il suffira de les appliquer à la longitude où l'on doit les trouver, à l'époque des tables, en leur conservant leur latitude; et cette longitude sera proportionnelle au temps écoulé.

FIN DU SECOND MÉMOIRE.

C10415





